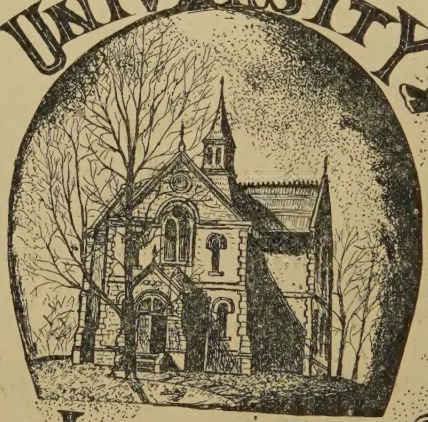
146
P 58
DENISON
WITHDRAWN
UNIVERSITY



LIBRARY

From the Library of
J. S. TUNISON
Class of 1873

UNIVERSITY LIBRARY

ÉTUDE CRITIQUE

DU

MATÉRIALISME ET DU SPIRITUALISME

PAR LA

PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

IMPRIMERIE W. KÜNDIG & FILS
GENÈVE

ÉTUDE CRITIQUE

DU

Matérialisme

ET DU

Spiritualisme

PAR LA

PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

PAR

RAOUL PICTET

30,129

GENÈVE
GEORG & Co, Éditeurs
BALE, même maison.

PARIS
FÉLIX ALCAN, Éditeur
108, Boulevard St-Germain.

1897

DENISON UNIVERSITY
LIBRARY
GRANVILLE OHIO

A MES ENFANTS

Raoul Pictet
1896

AVANT-PROPOS

L'ouvrage que je me décide à offrir à la jeunesse universitaire est le fruit de longues méditations. L'étude des phénomènes naturels et la fréquentation d'un grand nombre d'hommes de science m'ont amené progressivement à voir que l'orientation des pensées en face de l'univers est une condition essentielle pour en scruter les principes et déterminer les lois.

J'ai donc cherché à faciliter le travail pour ceux qui, après nous, continueront la tâche commencée.

Cet ouvrage a été fait par morceaux détachés et sa rédaction en a souffert.

Obligé par mes nombreuses occupations à beaucoup voyager, j'ai fixé les pages suivantes tantôt en wagon, tantôt dans des chambres d'hôtel, des buffets de gare ; une partie seulement du mémoire a pu s'écrire à ma table de travail.

J'aurais dû remanier tout le texte de ce livre pour le rendre homogène et l'offrir sous une forme plus littéraire et plus soignée.

Le temps m'a manqué.

Je le publie quand même trouvant que le fond des grands problèmes qui y sont traités demande sans retard à être discuté par la jeunesse.

Pour faciliter la lecture de ce livre un peu massif, je mets en tête la table des matières, et à la fin un appendice où j'ai réimprimé quelques mémoires spéciaux traitant sous une forme scientifique les démonstrations nécessaires.

J'ai ajouté après la table des matières un bulletin bibliographique donnant la liste des ouvrages les plus importants à ma connaissance sur les questions générales ou spéciales touchant au domaine étudié dans ce travail.

Pour l'impression du livre, je me suis adressé à la maison W. Kündig et fils de Genève qui possède les vrais caractères elzéviriens.

En soignant ainsi la typographie de cette publication ils en ont rendu la lecture plus facile et moins fatigante pour la vue.

Je leur en exprime ici ma reconnaissance.

M. J. Jequier m'a gracieusement offert son concours pour la rédaction du bulletin bibliographique ainsi que pour la correction des épreuves.

Enfin de nombreux entretiens avec M. le Professeur Ernest Naville ont puissamment contribué au groupement méthodique des raisonnements et à l'ordre des matières de ce livre.

J'adresse ici à mes collaborateurs mes vifs remerciements.

Et maintenant, que ces pages aillent à leur adresse et portent des fruits salutaires, pour orienter les pensées de la jeunesse universitaire de mon pays, à laquelle je les dédie.

Genève, *le 1er mai 1896*.

Raoul Pictet.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

AVANT-PROPOS v

LISTE DES OUVRAGES A CONSULTER xv

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I. — *Considérations générales* 11

» II. — *La théorie matérialiste pure* 15

» III. — *Origines de la physique expérimentale* . . 31

L'espace 34

La matière 37

L'effort 40

Le temps et la vitesse 42

» IV. — *La méthode scientifique* 45

» V. — *Développement logique de la physique expérimentale* 57

» VI. — *Les entités réelles de la physique expérimentale* 81

Considérations générales 81

Astronomie et pesanteur 82

Chaleur 84

Rayonnement 85

Optique 89

Electricité et magnétisme 92

Rayons X de Röntgen 109

Chimie 111

Biologie 112

146

Pages

CHAPITRE VI. — Botanique 112
1° La Naissance 114
2° Le développement normal 115
3° La mort 117
Fluide nerveux 148
Vision 149
Odorat. Goût 149
Récapitulation générale 150

» VII. — *Les entités rationnelles de la physique expérimentales* 153
Quelques définitions 153
Attraction ou chocs. Le grand dilemme . 165
Astronomie. 170
Physique 173
Le potentiel en mécanique 175
Chimie 177
Le potentiel en chimie 177

» VIII. — *Considérations générales sur les entités logiques pour l'explication des phénomènes concernant la nature morte* 181

» IX. — *Synthèse des forces dans la nature morte* . 185

» X. — *Relations simples entre l'astronomie, la physique et la chimie* 191
Astronomie. 191
La pesanteur 193
La cohésion 194
Les gaz 195
L'état liquide 196
L'état solide 198
Phénomènes calorifiques 200
L'affinité 210
Forces catalytiques 216
Analogies et différences entre la physique et la chimie. 218

» XI. — *Le potentiel en astronomie, en physique, en chimie* 221
Le potentiel en astronomie. 221
Le potentiel en physique 223
Le potentiel en chimie 228

» XII. — *Le matérialisme et le spiritualisme en face des phénomènes de la nature morte*. . . 233

Pages

CHAPITRE XIII. — *La gravitation et la pesanteur en face du matérialisme* 237
Opposition tirée de la constance des poids, indépendamment de leur forme . . . 238
Opposition tirée de la constance de la pesanteur 240

» XIV. — *Objection tirée de la position sidérale du grand axe de l'orbite terrestre* 245

» XV. — *Objection déduite des différences fondamentales entre le potentiel des gaz comprimés et celui de la gravitation, de la cohésion et de l'affinité* 251

» XVI. — *Le potentiel dans les ressorts, les chaleurs latentes de changement d'Etat et la dissociation chimique des corps* 268
Les ressorts 268
Compression des liquides. 268
Compression des vapeurs 274

» XVII. — *Dissociation des corps* 277

» XVIII. — *Conclusions de la discussion précédente*. . 279

» XIX. — *Les entités logiques en biologie* 289
La cellule 292
Génération spontanée 293
Le principe vital 294
Le Darwinisme 296

» XX. — *Causes de la respiration et de la digestion des êtres animés* 301
Les différents potentiels 301
Potentiel de l'hérédité. Génération . . . 310

» XXI. — *Les entités logiques chez l'homme* . . . 317
Le muscle. 319
Les mouvements volontaires 321

» XXII. — *Synthèse de l'homme libre*. 331
La conscience du moi 331
Le sensorium 332
Les sens 334
La mémoire 336
L'intelligence, la logique 340
Les goûts, les désirs 345
Le bien et le mal 363

Pages

CHAPITRE XXIII. — *Le mécanisme de la liberté. — La vraie définition en physique expérimentale* . . 367

» XXIV. — *L'homme et les limites de la liberté* . . . 385

» XXV. — *Les limites de la liberté* 411

Les mouvements instinctifs 412

Le premier mouvement 413

La fascination. La mort de l'empereur Paul Ier 415

L'habitude et la liberté 421

La liberté dans la charité. L'héroïsme . . 426

» XXVI. — *La liberté collective*. 435

» XXVII. — *Conclusions* 443

APPENDICE

Pages

I. — *Contribution de l'astronomie à la solution d'un problème de physique moléculaire*. 455

II. — *Etude des variations de la force vive du système solaire par MM. Raoul Pictet et Gustave Cellérier* . . . 467

III. — *Recherches expérimentales concernant la détermination numérique de la pesanteur* 483

IV. — *Synthèse de la chaleur*.

Résumé des communications faites à la réunion de la société helvétique des sciences naturelles tenue à Saint-Gall, suivi de considérations sur la possibilité expérimentale de la dissociation de quelques métalloïdes . 489

V. — *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique* . . 543

LISTE DES OUVRAGES A CONSULTER TRAITANT DES SUJETS ÉTUDIÉS DANS CE MÉMOIRE

A. Etudes philosophiques.

NAVILLE, Ernest. Maine de Biran. Sa vie et ses pensées. 1 vol. in-12. Paris, 1857. 3e édition 1877.

— De l'influence des études morales sur l'idée de la philosophie. Dans les *Séances et Travaux de l'académie des sciences morales et politiques,* tome 79, 1867.

— La Logique de l'hypothèse, un volume in-8°. Paris, 1880, 2e édition 1895.

— Le fondement logique de la certitude du témoignage. Dans les *Séances et Travaux de l'académie,* tome 99, 1883.

— La Physique moderne, un volume in-8°. Paris, 1883. 2e édition 1890.

— La Philosophie d'Horace Bénédict de Saussure. Dans les *Séances et Travaux de l'académie,* tome 119, 1883.

Naville, Ernest. L'idée de la liberté, dans les *Séances et Travaux de l'académie,* tome 126, 1885.

— L'importance logique des Témoignages. Dans les *Séances et Travaux de l'académie,* tome 128, 1888.

— Le libre arbitre, un volume in-8°. Paris, 1890.

— La science et le matérialisme. Dans la *Revue philosophique* (Paris) de Juin 1890. Reproduit dans un volume in-12. Genève, 1891.

B. Théories relatives à la constitution de la matière, à la nature des phénomènes d'attraction, etc.

Euler. Lettres à une princesse d'Allemagne. St-Pétersbourg, 1768—72.

Lesage, George-Louis. Lucrèce Newtonien. Berlin, 1784.

Kant, E. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Riga, 1786.

— Vom Uebergang von den metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft zur Physik. Ecrit posthume. Voir l'*Altpreussische Monatsschrift,* XIX, XX, XXI.

Schelling, Friedr.-W.-J. Erster Entwurf eines Systems der natürlichen Philosophie. Jena und Leipzig, 1799.

Laplace. Exposition du système du monde. Paris, 1796.

Biot. Traité de physique expérimentale et mathématique. Paris, 1816.

Secchi, A. L'unità delle forze fisiche. 1864.
Thomson, W. On vortex motion. *Edinburgh Trans.* XXV, 1869.
— *Proceed. of the Roy. soc. of Edinburgh,* VII, 1872.
Dellingshausen, N. Grundzüge einer Vibrationstheorie der Natur. Reval, 1872.
— Das Räthsel der Gravitation. Heidelberg, 1880.
Schramm, H. Die allgemeine Bewegung der Materie. Wien, 1872.
— Anziehungskraft als Wirkung der Bewegung. Graz, 1873.
Zöllner, Joh. Prinzipien einer electrodynamischen Theorie der Materie. Leipzig, 1876.
Tait, G. Vorlesungen über einige neuere Fortschritte der Physik. Braunschweig, 1877.
Isenkrahe, C. Das Räthsel von der Schwerkraft. Braunschweig, 1879.
Pirmez, Eudore. De l'unité des forces de gravitation et d'inertie. Bruxelles, 1881.

C. Théorie mécanique de la chaleur et théorie cinétique des gaz, etc.

Carnot, Sadi. Réflexions sur la puissance motrice du feu, et sur les machines propres à développer cette puissance. Paris, 1824 et 1878.
Mayer, J. R. Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel. Heilbronn, 1845. (Réimprimé dans : Die Mechanik der Wärme. Stuttgart, 1884.)

JOULE, James Prescott. *Philosophical Magazine*, XIX, XXIII, XXVI, XXVII, XXXI.

Phil. Trans., 1850, p. 61.

Réimprimé dans : Das mechanische Wärmeäquivalent. Braunschweig, 1872.

HELMHOLTZ, H. von. Ueber die Erhaltung der Kraft. Berlin, 1847.

Publié également dans ses *Wissenschaftliche Abhandlungen*, Bd. I, Leipzig, 1882.

REGNAULT, H. Travaux recueillis dans les volumes XXI et XXVI des *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1847 et 1862.

CLAUSIUS, Rud. Ueber die bewegende Kraft der Wärme. *Pogg. Ann.* LXXIX, 1850, p. 368 et 500.

— Ueber eine veränderte Form des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie. *Pogg. Ann.* XCIII, p. 481.

— Ueber die Anwendung des Satzes von der Aequivalenz der Verwandlungen auf die innere Arbeit. *Pogg. Ann.* CXVI, 1862; CXX, 1863; CXXI, 1864; CXXV, 1865.

THOMSON, W. On the Dynamical Theory of Heat. *Edinburgh Trans.* XX, 1851.

MAXWELL. Theory of Heat. London, 1871.

HIRN. Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur. Paris et Colmar, 1862.

CLAUSIUS, Rud. Abhandlungen über die zur Erklärung der Wärme angenommenen Molekularbewegungen. *Pogg. Ann.* C, 1857; CIII, 1858; CV, 1858; CXV, 1862; CXXI, 1864.

Ces travaux ont été recueillis dans ses Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie, Braunschweig, 1864.

Krönig, A. Grundzüge einer Theorie der Gase. 1856.

Maxwell, Cl. Illustrations of the dynamical theory of gases. *Philos. Mag.* XIX, XX.

Meyer, O.-E. Kinetische Theorie der Gase. Breslau, 1877.

Hertz, H. Recherches sur les ondulations électriques (série de mémoires) : *Wiedemanns Annalen,* 1887, XXXI, p. 421; 1888, XXXIV, p. 155, 273, 551, 610; XXXVI, p. 1, 769; 1889, XXXVII, p. 395; 1891, XLII, p. 407.

Mémoire d'ensemble : *Archives des sciences physiques et naturelles,* 1889, XXI, p. 281.

Sarasin et de la Rive. Recherches sur les expériences de Hertz. *Archives des sciences physiques et naturelles,* 1890, XXIII, p. 113; 1893, XXIX, p. 358 et 441.

INTRODUCTION

L'homme arrive aujourd'hui à l'*âge de raison* d'une façon si compliquée et si artificielle qu'il faut un effort réel pour distinguer les notions ayant une valeur véritable, intrinsèque, de celles qui ne sont que conventionnelles.

Notre bagage de connaissances s'échafaude dès le berceau sous l'action combinée et constante de notre entourage, de notre manière de vivre, des mœurs et coutumes du pays où nous vivons, enfin des sciences connues et enseignées sur les bancs de l'école comme à l'université.

Ajoutons à ces facteurs un peu de littérature, le goût des arts, le savoir-vivre, quelques frottements avec les habitants de la contrée où l'on est né et l'on aura un bilan assez exact du jeune docteur de vingt-quatre ou vingt-cinq ans et de son bagage cérébral!

A Paris ou à Berlin, à St-Pétersbourg comme à

Boston, les docteurs se valent à peu de chose près ; ils ne se distinguent, comme certains livres, que par la couverture, le fond est sensiblement le même.

Abordons un de ces jeunes néophites du monde moderne et posons-lui quelques questions :

« Vous allez au laboratoire de physique, qu'allez-vous donc faire là-bas ? »

Si ce docteur est un travailleur, il répond sans broncher :

« Ce que je vais faire ? quelle étrange question ; mais continuer mon travail sur la conductibilité des métaux en fonction des températures, » ou bien : « je vais expérimenter sur la respiration des infusoires, » ou bien : « je vais observer l'occultation d'une étoile par la lune, » etc., etc. ; une réponse bien précise, bien nette, sonnant clair et même un peu frondeuse, voilà ce qu'on obtient souvent.

Le docteur est jeune, le questionneur grisonne ; la demande et la réponse rappellent l'attaque et la riposte et l'on sent à l'allure dégagée du *questionné* qu'il en sait long, très long et qu'il meurt d'envie d'en savoir encore davantage, sur les sujets innombrables qu'on aborde dans les travaux pratiques de la science contemporaine.

De la santé, de l'entrain, une belle force physique et intellectuelle, une parfaite franchise et un ressort musculaire dans les jambes, les bras et *la pensée,* voilà le portrait de la jeunesse studieuse qu'il fait toujours bon rencontrer et qui a pour moi un charme et un attrait indéfinissables.

Profitons de cette allure fière et *des égards* que le docteur aura toujours pour *son aîné,* (s'il a souci d'obéir aux exhortations maternelles reçues dès son jeune âge), pour aller plus avant dans cet interrogatoire :

« Et alors, lorsque vous aurez déterminé les résultats que vous cherchez, qu'en ferez-vous ? »

« Mais je les publierai, car ce seront des faits nouveaux du plus haut intérêt. »

« Bien, mais ensuite ? »

« Ensuite ? »

« Oui, après la publication, passerez-vous à d'autres recherches que vous publierez comme les précédentes ? »

« Sans doute ! »

« Et quand vous aurez ainsi fait un grand nombre de publications, qu'en ferez-vous, comment les utiliserez-vous ? »

« Ah ! pour cela, je ne le sais pas, je verrai ; je com-
« mence par établir des faits nouveaux qui se rattachent
« probablement aux lois générales ; l'essentiel, c'est de
« bien observer, dans des conditions parfaitement déter-
« minées, car, voyez-vous, il n'y a que cela en science ;
« comme l'a si bien dit notre maître à tous Claude Ber-
« nard : il faut *déterminer exactement* les *conditions des*
« *phénomènes;* cela fait, la théorie vient ou ne vient
« pas, peu importe, le premier jalon est là, il est so-
« lide, c'est la pierre de taille sur laquelle on con-
« struira plus tard l'édifice des sciences générales et
« synthétiques. »

« Etablissons donc ces fondements nécessaires et

« laissons aux siècles futurs le soin d'en faire ce qu'ils « pourront! »

« Pour l'instant les théories sont prématurées, on en « change tous les jours, comme de ministères : une fois « vous entendez les conservateurs qui vous prêchent « le *phlogistique* grâce auquel ils expliquent tous les « phénomènes de la chaleur; les radicaux s'emparent du « pouvoir et le phlogistique disparaît, c'est la théorie « mécanique de la chaleur qui vient ; on traite de stu- « pides ceux qui ont cru au phlogistique ; les croyants « aux vibrations calorifiques ont le haut du pavé. »

« Pendant des années on a enseigné dans tous les « traités qu'il y avait deux sortes d'électricité, l'une « positive, l'autre négative : les électriciens modernes « sont venus et ont fait comme les jacobins, en quelques « coups de guillotine ils ont coupé les deux têtes et nous « laissent avec le mouvement ondulatoire de l'éther. »

« M. le professeur Hertz, suivi de deux Genevois, « MM. Ed. Sarasin et L. de la Rive ont été les exécu- « teurs; ils se sont associés avec M. Lippmann pour « rapprocher les phénomènes lumineux des phénomè- « nes électriques ; la photographie des couleurs paraît « avoir été la conséquence de la signature du pacte. »

« Dans quelques siècles toutes ces théories seront « fauchées, abolies, elles seront surannées ; croyez-moi, « laissons les théories de côté, elles fatiguent, embar- « rassent et nuisent à la bonne marche de la *science* « *vraie,* de la seule qui ne se perde pas dans les che- « mins de traverse ou dans les steppes inhabitables. »

« Il n'y a que les esprits malades qui, en fait de « théorie, *croient que c'est arrivé*. Laissons-les dire et « continuons notre besogne ! »

« Oui, vous êtes pressé et je vous retiens, j'aurais bien « voulu vous poser pourtant encore quelques ques- « tions ? »

« Eh bien, dites toujours en marchant ; cela ne nous « fera pas perdre trop de temps. »

« Croyez-vous au libre arbitre ? »

« Je n'en sais vraiment rien ; je n'ai pas pu encore « m'occuper de cela et je doute que d'ici longtemps « j'en aie le loisir ! »

« Mais enfin, êtes-vous un matérialiste ou un spiri- « tualiste ? »

« Impossible de vous répondre, mes parents sont de « la religion réformée et m'ont fait élever dans les « croyances de leur église, mais au fond je ne saurais pas « vous dire au juste mes idées là-dessus. »

« Vos demandes sont mal venues, car avec la meil- « leure volonté du monde, je risquerais, en vous répon- « dant par oui ou par non, de vous dire des choses « peu exactes ; et j'ai une soif maladive de la vérité « avant tout et par dessus tout. Je vous répondrai plus « tard. »

Nous nous quittons !

Le spécimen du jeune docteur, que nous venons de mettre en scène, est fréquent ; il travaille par tempérament, par goût, un peu par amour-propre.

Il n'a aucun besoin de fouiller la nature dans ses re-

plis cachés pour lui arracher ses secrets, il consulte les détails qu'il compulse soigneusement comme un touriste qui note jour à jour ses dépenses, inscrit les départs des trains, les arrivées, les jours de pluie, sans se soucier des paysages, ni du but du voyage !

Doit-on dire heureux mortel ? la question reste ouverte.

A côté de ce type qui est répandu, plus qu'on ne le croit peut-être, dans tous les centres de population, nous avons l'étudiant que nous pourrons définir par le *moi chercheur,* celui qui se pose les grands problèmes que suscite le contact réel et fréquent avec la nature.

Avec quelle angoisse celui-ci ne médite-t-il pas souvent sur ces sujets, vieux comme le monde et qui se rajeunissent pour chacun à l'aurore de la vie d'homme :

Qui suis-je ? qu'est-ce que la vie ?

Suis-je libre ?

Comment expliquer le monde et tous les phénomènes vitaux ?

Ai-je une âme ?

Qu'est-ce que la matière ?

Qu'est-ce qu'une force ?

Tout le domaine matériel et les lois, toute l'influence des milieux où le *penseur* a été élevé, donnent aux mots qu'il emploie dans son langage intérieur des sens si différents suivant qu'il les place au mode conventionnel, ou selon leur acception vraie, telle qu'elle découle de son propre examen, que le doute, un affreux doute, le

ronge et le poursuit, le hante et pour quelques-uns devient presque *une obsession*.

L'effet de ces *méditations internes* a une action réflexe très considérable sur la vie.

A l'inverse de l'existence un peu exubérante du jeune docteur dont nous avons parlé plus haut, l'allure de l'étudiant qui réfléchit sur les *causes premières* est un miroir des conclusions qu'il a su tirer du conflit général de ses pensées.

L'effet est quelquefois *désastreux*.

« Eh bien, voyons donc, jeune homme, vous restez là « accoudé sur votre place depuis longtemps, pourquoi « avez-vous abandonné vos observations ? »

« Oui, c'est vrai; c'est que, voyez-vous, je manque « d'entrain ! »

« Comment, c'est vous qui dites cela ! et il y a six « mois vous êtes entré au laboratoire plein de zèle et « de promesses ! Vous vouliez faire votre thèse brillam- « ment. »

« Vous avez débuté avec courage ! Qu'avez-vous ? »

« Je pense que le travail que je voulais faire n'a plus « le même intérêt, il me semble diminué, je ne le sens « plus comme au début ! »

« Pourquoi, car le sujet est neuf et me semble « offrir de nombreux aperçus riches en idées nou- « velles ? »

« Oui, mais **à quoi bon ?** »

Le voilà lâché, ce fameux *à quoi bon,* résultat de la gangrène intellectuelle qui vient d'énerver dans sa sève

l'élément essentiel de la dignité de l'homme, la conscience de *son individualité active*.

J'ai entendu dans ma carrière de professeur cet *à quoi bon* bien des fois, je l'ai entendu sous la forme directe, sous des formes voilées, d'une façon dissimulée, et toujours, *sans aucune exception,* lorsque je poussai l'interrogatoire à fond, jusqu'à l'indiscrétion même, j'ai obtenu des réponses non équivoques d'où il résulte d'une façon manifeste que les *idées matérialistes,* enseignées à ces jeunes gens au nom de la science, ont lentement germé avec toutes leurs conséquences.

Ces pauvres jeunes gens admettent que tout ce qui se passe dans le monde est l'effet *nécessaire et fatal* de conditions premières où leur volonté n'intervient pas, ils considèrent que leur propre existence est forcément le *jouet* de la fatalité inéluctable à laquelle ils sont attachés pieds et poings liés.

Ces jeunes êtres cessent la lutte à la rencontre des premières difficultés.

Ils ne croient plus à eux-mêmes.

Ils deviennent des tombes vivantes où ils enferment pêle-mêle leurs espérances, leurs efforts, leurs désirs, fosse commune de tout ce qui a fait battre leur cœur jusqu'au jour de l'empoisonnement.

J'ai connu ces *cadavres* devant leur pupitre et dans le laboratoire et ils m'ont fait peine à voir!

La commisération profonde que suscite en moi toute douleur dont souffre la jeunesse, m'a enhardi souvent à chercher le remède après avoir consciencieusement

sondé le mal. J'ai eu le sentiment, puis la conviction, basée sur l'expérience mainte fois répétée, que l'on peut faire *des cures* de cet état de *spleen intellectuel,* alors que, si l'on n'y porte pas remède, il se transforme parfois en maladie réelle.

Il suffit de prouver à ces jeunes gens que les théories qu'ils ont acceptées sans contrôle suffisant *sont fausses.*

Il faut leur faire sentir vigoureusement que *leur énergie* n'est pas une chimère.

Alors, reprenant vie à cette nouvelle conviction, ils repartent pour le combat et l'étude avec de nouvelles forces et deviennent *des hommes actifs et travailleurs.*

J'ai pensé bien faire en réunissant dans les pages suivantes des arguments que j'ai tirés de la *physique expérimentale,* et qui m'ont paru être de nature à combattre victorieusement les *théories délétères* pour l'existence de *l'individualité consciente* chez l'étudiant.

L'espoir que le but auquel je tends sera sympathique à tous ceux qui s'intéressent au développement moral et sain de la jeunesse m'encourage à la publication de ce mémoire.

Raoul Pictet.

CHAPITRE I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le but de ce travail, ainsi qu'on vient de le lire dans l'introduction, est essentiellement didactique; je fais *œuvre de tendance,* je le reconnais franchement dès l'abord.

Je désire crier de toutes mes forces « *casse-cou* » à ces pauvres jeunes gens qui, ayant pénétré dans l'atmosphère délétère du *schopenhaurisme,* se meurent d'inanition à force de s'être suicidés moralement !

A ces agonisants, je cherche à offrir un *cordial* qui ramènera la circulation dans leurs membres engourdis et leur rendra la vitalité première par la conscience de leur individualité.

Pour atteindre ce but, il faut que ce mémoire présente deux caractères : le premier est une *clarté*

absolue dans l'emploi des termes utilisés, le second, une forme scientifique irréprochable, chaque conclusion devant découler de prémisses bien établies et de syllogismes inattaquables.

Nous nous efforcerons, souvent même au détriment de la forme, de respecter scrupuleusement ces deux engagements vis-à-vis de nos lecteurs.

Cela dit, établissons nettement notre point de départ :

En voyant marcher *un homme,* en le voyant agir dans la vie privée et publique, en le suivant chez lui, dans son intérieur, dans son bureau s'il est homme d'affaires, dans son atelier si c'est un artiste ou un ouvrier, on est forcé de considérer cet *homme vivant en activité* comme un *appareil de physique.*

Comme tel, il rentre directement dans le cadre des observations de la *physique expérimentale.*

Nous donnons ici à ce terme l'expression la plus générale qu'il puisse avoir, c'est-à-dire l'étude de la totalité des phénomènes observables par l'homme.

Supprimer *cet appareil* en mouvement de l'investigation naturelle du physicien, serait créer systématiquement une lacune.

Voici maintenant *la question* que l'on se pose :

Cet homme qui marche, qui agit, qui vit, qui parle, qui décide, ordonne, exécute, est-ce *une machine* complexe obéissant fatalement aux *conditions physico-chimiques* de ses rouages intérieurs ? Possède-t-il au contraire un principe de *spontanéité,* correspondant aux notions élevées que nous nous faisons de *la liberté ;* notions qui, rappelant un reflet des attributs accordés par

tous les peuples à *la Divinité,* permettraient d'admettre chez l'homme une *cause première,* déterminant par un *acte libre* et *conscient* du sujet, l'emploi des forces musculaires dont il dispose ?

En un mot, si nous voyons un homme marchant, dirons-nous : c'est *un automate* très compliqué, à rouages multiples, où tout est *prévu* d'avance comme dans les plus belles productions du célèbre Vaucanson ! ou bien affirmerons-nous que dans ce corps qui se meut, un principe de choix libre agit et empêche *le calcul des mouvements observés* d'établir avec certitude, *le libre arbitre* échappant comme tel à des règles *précises* et *nécessaires ?*

Le fatalisme est-il la règle universelle ?

Toute la *morale,* toute la *psychologie,* en somme tout ce qui a trait aux qualificatifs des actes des hommes sont des chapitres creux et vides si l'on répond à cette grave question par la négation de notre libre arbitre.

Au contraire, a-t-on de bons arguments pour admettre l'affirmative, ces mêmes notions deviennent les points cardinaux de l'humanité pensante.

On sent que l'on a le droit et même le devoir de porter des appréciations et des *jugements* sur la conduite des humains et sur l'emploi des forces dont chacun dispose.

Cette question est donc vraiment la *grosse question* comprenant toutes les autres.

Ce point d'interrogation est posé par une observation précise de physique, donc nous emploierons les termes de physique pour la discuter.

Le dilemme est *limpide,* c'est par *oui* ou par *non* qu'il faut répondre.

Aucun intermédiaire, aucune échappatoire ne se présentera en porte dérobée pour permettre d'esquiver l'impérative réponse : *oui* ou *non*.

CHAPITRE II

LA THÉORIE MATÉRIALISTE PURE

C'est ici la place d'exposer d'abord la *théorie matérialiste pure,* seule réponse logique résolvant par la *négative* la question posée.

Nous allons en donner un résumé en conservant aux mots leur sens *usuel,* variable selon les lecteurs, suivant le *caractère de chacun,* et soumis ainsi, par principe, *aux ambiguïtés* qui ont permis à la théorie matérialiste de subsister si longtemps en science et de conserver encore aujourd'hui de nombreux adeptes.

Après cet exposé nous passerons aux *définitions rigoureuses* et scientifiques des mêmes termes pour reconstituer l'édifice des connaissances humaines et prouver que son architecture, sa façade, présentent de

telles brèches qu'il est impossible, en présence des faits, de continuer à se loger dans une semblable ruine.

La *théorie matérialiste pure,* telle qu'elle est admise par beaucoup de savants et contenue dans les livres scientifiques qui abordent ces grands problèmes, consiste *à ramener tous les phénomènes du monde, sans aucune exception, au mouvement exclusif de la matière pondérable.*

Voici l'enchaînement très logique de ses raisonnements :

Nous n'observons que *des phénomènes,* or, qui dit phénomène, suppose toujours *un corps qui est en mouvement.*

Le corps évoque en nous l'idée générale de *matière.*

La caractéristique de toute matière, c'est d'avoir un certain *poids.*

Ainsi le *primus,* c'est-à-dire la *chose première,* non expliquée, inconnue dans son essence même, qui nous servira à expliquer tout ce que nous observons sur notre planète et dans le ciel, *en physique* (donnant à ce mot son sens le plus général) et *en astronomie,* c'est *la matière en mouvement.*

Comme nous ne pourrons jamais observer autre chose, tout ce qui sera étranger au *mouvement de la matière* sera de la *métaphysique* et ne rentrera pas dans le champ de la science bien comprise.

Ces prémisses sont nettes comme un coup de massue.

Voyons maintenant le développement naturel de cette théorie.

Un corps se meut.

Pourquoi ?

Parce qu'à l'origine des temps, il a reçu la fameuse *chiquenaude* dont le marquis de Laplace ne peut pas se passer au début de sa mécanique céleste.

Cette *chiquenaude* fait partie intégrante du *primus* et de la quantité de matière et de mouvement créés dès le berceau de l'univers.

Comment se meut ce corps dans l'espace ?

La *Mécanique expérimentale* enseigne qu'un corps se meut en ligne droite et d'un mouvement uniforme tant qu'il ne choque pas d'autre corps placé sur sa route.

Par contre, au moment d'*un choc,* il y a modification de vitesse, soit pour le corps qui frappe, soit pour le corps choqué ; il y a également *changement de direction* pour les deux corps qui se déplacent chacun après le choc dans des directions différentes et avec des vitesses modifiées.

Le choc est un *fait général, c'est le phénomène mécanique par excellence* que l'on étudie *en physique,* par opposition à l'astronomie où l'on observe la course des planètes et des étoiles *sans choc* apparent.

Tous les *phénomènes physiques* sont donc *uniquement* des *chocs* de diverses portions de matière en mouvement.

La notion de *force* n'a *aucune raison d'intervenir,* elle est remplacée par l'action ou l'*effet des chocs.*

Nous n'avons pas besoin de connaître le *modus operandi* de la nature dans les chocs, car c'est le *fait primordial* observé et qui est la condition obligatoire de tout phénomène ; nous constatons les chocs, nous voyons leurs effets, cela suffit.

Il ressort de là que l'*attraction à distance* de la ma-

tière pour la matière, que Newton a nommée *la gravitation*, est une *impossibilité scientifique*.

Il a dit lui-même : « Les phénomènes se passent « *comme si* la matière attirait la matière proportionnellement aux masses et en raison inverse du « carré des distances. » Il ne croit pas à *cette attraction*.

Il est du plus haut intérêt dans l'étude qui nous occupe, de bien retenir les prémisses acceptées comme origine unique pour l'explication du monde tel qu'il nous apparaît, car il est nécessaire de forcer la théorie matérialiste à rester constamment et uniquement sur le terrain précis qu'elle a choisi.

Ainsi la suppression radicale du mot *force*, dans le sens ordinaire du mot, s'impose absolument, car nous ne devons voir au lieu de *force* que l'*effet des chocs* qui tendent à déplacer les corps de leurs positions relatives.

Cette cause du déplacement des corps qui porte le nom de force serait l'expression déguisée de l'*action du milieu* où se trouvent les corps.

En niant l'attraction à distance de la matière pour la matière et en la remplaçant par l'*influence active* du milieu où elle plonge, on se rend compte par une série de raisonnements immédiats que, de quelque côté qu'on cherche, l'*idée de force sombre définitivement*.

Essayons maintenant de donner au moyen de cette théorie une explication intelligible de l'ensemble des phénomènes cosmiques :

A l'origine des temps *la matière*, représentée par la totalité *de ce qui possède une inertie* et *de ce qui occupe une certaine portion de l'espace* (ce sont là les propriétés

fondamentales de la matière), reçoit l'*impulsion première*.

On voit chaque élément possédant *une certaine vitesse* dans *une certaine direction,* c'est l'aube du monde actuel.

La matière *dite pondérable* serait immergée dans une autre matière beaucoup plus *fluide,* si l'on peut employer cette expression pour représenter une matière à faible *inertie,* mais possédant des éléments cheminant dans tous les sens avec une grande énergie; cette autre matière s'appelle l'*éther*.

Quand deux portions de matière sont dans le voisinage l'une de l'autre, les chocs des particules constituant l'éther sont moins fréquents sur les surfaces de ces deux portions qui se font vis-à-vis, qui sont dirigées vers le milieu de la droite réunissant les centres, que sur les portions extérieures non protégées.

Chaque particule de matière *sert d'écran* ou de bouclier à la surface de l'autre particule tournée vers elle.

Donc les *chocs de l'éther,* plus fréquents et plus puissants sur les *surfaces extérieures* des deux particules que sur les surfaces dirigées vers l'espace vide qui sépare les deux portions de matière, tendront à les rapprocher et agiront comme si l'on admettait la force dite de la gravitation ou de la pesanteur.

On peut prouver par le calcul que l'*attraction* dans ce cas serait en raison inverse du carré des distances.

Telle serait donc la représentation du *milieu actif* qui ferait naître l'illusion de l'attraction selon la théorie matérialiste pure.

Cette explication mécanique du phénomène général de l'attraction universelle de la matière pour la matière est, malgré sa simplicité apparente, bien peu péremptoire.

Et d'abord, qu'est cet éther dont les mouvements propres sont susceptibles d'agir ainsi sur la surface des éléments de la matière, quelle direction ont ces mouvements, quelle est leur énergie ?

Toutes les propriétés nécessaires à l'intelligence complète de ces phénomènes se trouvent-elles réellement dans l'éther ?

Faisons cependant créance à la *théorie matérialiste* d'avoir vu juste dans l'explication de ces faits primordiaux.

Si nous voulons dégager de cet ensemble de faits admis comme postulat pour l'explication du monde actuel, les conséquences logiques qui en découlent, il nous faut suivre pas à pas les déductions naturelles qui se pressent en foule comme suite de ces prémisses.

L'obligation impérieuse d'admettre un *fatalisme complet* comme *seule* et *unique règle de l'univers* est le premier point qui frappe l'esprit de l'observateur croyant à l'origine du monde telle que nous venons de l'exposer.

Depuis la nébuleuse de Laplace, où l'univers composé d'éléments séparés, reçut l'*énergie actuelle* de la force créatrice primitive, jusqu'à aujourd'hui, le problème du monde s'est déroulé avec la rigueur d'un syllogisme, toutes les marches, les moindres détails, ont été prévus et escomptés.

C'était d'abord la formation des astres, des soleils,

des satellites et de tout le ciel visible par les nuits étoilées, puis la nature organisée couvrant de plantes et de végétaux les mers et les plaines ; la faune succédant à la flore et remplissant l'air des premiers cris de joie et de douleur.

Avec la première goutte d'eau, avec le premier bourgeon du chêne et le premier né de l'homme, la nature n'a fait que répéter *ses chocs;* chocs visibles ou invisibles, mais se succédant avec la nécessité des choses essentiellement réelles et immodifiables.

Une intelligence supérieure et suffisamment renseignée aurait pu, par une seule équation gigantesque, calculer le sourire de la mère qui voit son bébé jouant avec le petit chat près de la cheminée, ou les larmes de la sœur cadette qui vient de casser sa poupée.

Les événements historiques, la vie et la mort de tous les êtres animés, les œuvres d'art, les hôpitaux, les prodigieux efforts de la charité humaine ou les rapaces calculs des intrigues égoïstes, tout cela n'est qu'un résultat précis de la disposition des masses matérielles en mouvement et des quantités d'énergie dont elles sont animées.

Tout se pèse, tout se calcule, tout se prédit.

Le fatalisme est la conséquence du calcul qui se promène au choix, à l'*amont* des temps présents, dans le passé, ou *en aval,* sur l'*avenir* qui devient aussi certain que le présent.

La théorie matérialiste a donc la prétention de ramener tout l'univers aux conséquences obligatoires et prévues de la disposition originelle du monde.

Il faut en convenir, l'*unité de l'explication, sa sim-*

plicité, la parfaite connaissance que nous avons du phénomène mécanique essentiel : le choc des corps matériels, et de ses conséquences, tout cela est de nature à séduire; c'est une facette brillante, une théorie captivante, capable, si on n'y prend garde, de fixer les convictions d'une pensée flottante, d'un observateur qui ne saurait faire la critique serrée de cette explication mécanique et rationnelle.

Avant d'en démolir les assises par la méthode expérimentale, nous voulons encore une fois résumer l'ensemble de ses éléments.

Pour un *matérialiste pur,* la matière se présenterait sous deux formes distinctes : la *matière pondérable* constituant tous les corps et l'*éther* impondérable à cause de sa faible inertie.

Les éléments infiniment petits de la matière et de l'éther auraient reçu à l'origine comme *capital primitif* une certaine quantité d'*énergie* sous forme de *vitesse acquise.*

La matière serait *impénétrable* par la matière et par l'éther.

L'action de la matière *à distance,* soit l'*attraction* ou la *force* serait *nulle.*

Les chocs de la matière contre la matière ou contre l'éther seraient *les seules causes* du *mouvement observé.*

Chaque particule de matière ou d'éther chemine en ligne *droite* et d'un *mouvement uniforme* entre les chocs successifs.

Les *chocs invisibles* de l'éther sur la matière seraient la cause des forces appelées : *gravitation* pour les

grandes distances, *pesanteur* pour des distances moindres, *cohésion* pour des distances plus petites encore, *affinité* pour les distances les plus faibles possibles.

Entre les astres, comme entre deux atomes d'un corps, les chocs de l'éther sur la surface extérieure de ces atomes matériels seraient la seule cause du rapprochement observé.

L'idée de *force* est abolie dans son sens absolu.

Cette théorie matérialiste a donc comme conséquence de réunir l'*astronomie,* la *mécanique,* la *physique,* la *chimie,* la *biologie* et toute la *psychologie* sous le même drapeau : l'*étude du mouvement nécessaire de la matière :* elle présente le *caractère esthétique* de l'*unité* au plus haut degré ; elle paraît résulter de postulats irréfutables dont le principal peut se définir ainsi que suit : la création du mouvement sans cause, ou le *mouvement perpétuel* étant impossible, un phénomène quelconque est fatalement la conséquence mécanique *du milieu* où il se produit.

Il suffit de *déterminer le milieu,* et les conséquences se déduisent avec la dernière rigueur de l'équation posée.

Ainsi, depuis la *condensation* des premiers éléments de la matière pondérable qui ont donné naissance au *premier corps,* en passant par la première *fleur,* par la première cellule du monde animal, jusqu'à l'homme, *aucune force* ne s'est jamais et n'a jamais pu se manifester.

La liberté de nos actes, *le libre arbitre de l'homme* est donc, *ipso facto,* impossible ; c'est une illusion, un trompe l'œil.

Admettre un *principe de spontanéité* chez l'homme, permettant à celui-ci de contrevenir par ses actes aux conséquences de l'*équation générale,* ce serait bouleverser par sa base le système mécanique du monde constaté par la science, ce serait admettre le *mouvement perpétuel* ou un *effet tangible et mesurable,* sans *cause mesurable et préexistante.*

Nous venons d'employer deux fois le mot de *mouvement perpétuel.*

Rien mieux que cette locution ne peut fixer les idées habituellement admises sur la *théorie matérialiste* et sa généralisation presque absolue dans toutes les directions où la pensée s'est avisée de fouiller notre monde.

C'est en effet par la *suppression radicale* du mot de *force* que l'on arrive en suivant des chemins directs et infaillibles à imposer à tout l'univers cette loi fatale :

Le monde psychique, y compris la *douleur,* la *joie,* l'*intelligence,* les *désirs,* etc., est d'après la théorie qui nous occupe, comme la *sécrétion naturelle du cerveau.*

Un célèbre matérialiste, grand savant du reste et naturaliste éminent, Carl Vogt, de Genève, a dit : « Le cerveau sécrète la pensée comme le rein sécrète l'urine. »

Cabanis avait dit à peu près la même chose en 1796.

A chaque mouvement moléculaire physico-chimique des cellules du cerveau correspond une *sensation,* une perception de notre *moi.*

Les lois physiques et chimiques, qui président aux actions multiples de l'assimilation et de la désassimila-

tion dans les centres nerveux, logés dans la boîte cranienne de l'homme, *dictent nos pensées,* commandent à *toutes nos relations* et sont l'unique monarque qui règle *notre soi-disant destinée libre.*

En réalité la pensée n'existe que *comme un mouvement réel d'une portion de la matière pondérable;* la pensée n'existe pas en elle-même, n'est pas une *entité* au terme propre du mot.

Si l'on pouvait examiner *au microscope* le cerveau d'une personne vivante on y *verrait les phénomènes psychiques eux-mêmes,* comme on pourrait assister sur une plaque photographique à la formation des images dans la chambre noire, images dont l'empreinte laissera une trace: *cliché sur la plaque, mémoire chez l'homme,* après avoir traversé l'œil et le nerf optique.

Il faut absolument se familiariser avec cette manière de voir, si l'on veut pouvoir sainement suivre cette théorie matérialiste dans ses *conséquences forcées* et discerner avec précision le moment où le *grand divorce* se fera entre les conséquences logiques, nécessaires de cette théorie et les observations précises de faits fournis par la *physique expérimentale.*

Il va sans dire que *si la pensée* et le monde psychique tout entier sont le résultat mécanique de réactions chimiques se passant au sein d'un milieu défini et si ces réactions présentent toutes le caractère fatal, le caractère de *nécessité inéluctable* d'une pierre qui roule de la montagne en se détachant par son propre poids du massif de rochers où elle était posée, il va sans dire que notre *libre arbitre* n'est qu'un vain mot,

que tous les qualificatifs moraux attachés aux actions des hommes sont des non-sens et qu'il faut les remplacer par des adjectifs en rapport avec cette théorie précise et péremptoire.

Qu'importe qu'un homme soit tué par un assassin ou frappé par la foudre, il n'aurait pas le droit de faire venger sa mort par les lois humaines.

Le code criminel pourrait se comparer aux barrières placées près des précipices ; il ne serait plus qu'un *facteur* apporté nécessairement par la prudence obligatoire d'hommes intelligents, forcément condamnés à faire l'usage indiqué de leurs avantages intellectuels.

Dire d'un homme : c'est *une canaille, un mauvais sujet,* serait aussi oiseux que d'appeler *homme de bien,* celui qui s'occupe avant tout de rendre service à son prochain.

Nous vivons dans un corset de force où toute obligation morale tombe de même que la responsabilité de nos actes.

Nous conduisons au tombeau, outre la dignité humaine, notre liberté d'action : holocauste dressé sur l'autel de *la matière en mouvement ;* celle-ci représente devant ce suicide inévitable pour toute personne convaincue l'idole indoue qui attire tout être vers le néant !

Le néant, pour l'homme, c'est la cessation des mouvements physico-chimiques normaux de son cerveau !

Devant les conclusions de la théorie matérialiste pure que nous venons d'esquisser, toute personne de sang-froid recule en réfléchissant aux conséquences que cette théorie entraînerait si l'ensemble des populations venait à les adopter !

L'imagination, à la lettre, *se remplit d'épouvante* en suivant dans son développement pratique les *générations d'hommes intelligents* et tous *parfaitement convaincus de cette théorie brutale.*

La satisfaction directe de tous nos besoins, un mépris absolu pour le voisin, l'emploi de *tous les moyens* sans aucune restriction ni réserve pour l'obtention des biens que l'on convoite; un égoïsme qui ne serait mitigé que par des compromis calculés et pesés comme de vrais marchés d'affaires !

La civilisation serait un camp armé où le *combat pour l'existence* emploierait toutes les armes prohibées, tous les trucs, toutes les infamies et le succès au plus habile serait, *avec raison,* l'affirmation non plus de son *bon droit,* le mot serait supprimé faute d'emploi, mais de sa plus *grande force.*

Un poète de génie pourrait seul, comme ces toiles légendaires du jugement dernier, donner une pâle idée des horreurs qui ne tarderaient pas à devenir des réalités.

Aucune bête féroce, aucun serpent venimeux n'approcherait de l'*homme intelligent franchement matérialiste dans ses actes !*

J'ai la conviction profonde en écrivant ces lignes de rester d'accord avec toute personne qui raisonne froidement et sans parti pris sur ces sujets.

Ce qui a *sauvé* les matérialistes *même convaincus,* de ces conséquences pratiques dans leur vie, c'est l'*éducation,* les *goûts,* les *instincts* découlant du *milieu* où ils sont nés et qui façonnent leur cœur et leurs désirs !

Le dictionnaire qu'ils apprennent à épeler dès le

berceau, leur a fait balbutier comme enfants les mots : *pitié, amour, charité.*

Ceux qui n'ont pas cru au *libre arbitre* ont cru à l'*honneur.*

Je connais plus d'un *matérialiste endurci* qui se laisserait plutôt tuer que de prêter un faux serment ou de faire une tache à son nom !

Or l'élément qui intervient dans tous ces cas heureux de contradiction réelle, et nullement apparente, entre la théorie crue et la vie vécue, *c'est toujours le verbe qui provient de la liberté,* c'est le jugement porté sur les actes des hommes, c'est la *considération* qui en résulte.

Ceux qui ont fait *le langage* n'ont jamais été *des matérialistes convaincus dans aucun pays de la terre !* Ils sauvent encore aujourd'hui les vrais matérialistes du grand naufrage !

En faisant rentrer tout le domaine de la pensée dans l'ordre du mouvement de la matière, la théorie matérialiste donne pour ainsi dire une mesure éventuelle de l'*équivalent mécanique* des *sensations,* des *perceptions,* des *volontés.*

De même que la transformation de l'*énergie actuelle* en *chaleur,* en *lumière,* en *électricité* a permis d'établir la grande loi de la conservation dans l'Univers de l'énergie, de même nos pensées absorberaient puis rendraient tour à tour les mêmes doses d'énergie reçues par le moyen des cellules cérébrales.

Rien ne se crée, rien ne se perd ; nous revenons encore à cette loi fondamentale.

Nous ne croyons pas avoir fait tort par notre résumé

à la *théorie matérialiste pure,* la seule qui puisse porter légitimement ce nom.

Nous pensons lui avoir laissé *tous ses arguments,* les seuls qui soient captivants, qui soient susceptibles de donner le vertige à la pensée et d'implanter la *croyance vraie* dans le cœur d'un homme raisonnable, soucieux d'être d'accord avec lui-même sur les grands problèmes que soulève la vue du monde habité.

Nous allons maintenant passer à l'examen scientifique par l'emploi précis du critère expérimental.

CHAPITRE III

ORIGINES DE LA PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

Il est de rigueur d'établir ici en toute clarté et précision les premiers contacts de l'homme avec le *monde extérieur*.

De ces *origines* va se déduire avec une évidence parfaite la nécessité des *termes employés* et leur *vraie signification*.

Nous n'oublierons jamais que c'est par l'utilisation des procédés scientifiques, créés par la physique expérimentale, que nous voulons aborder ces hautes questions philosophiques en nous interdisant systématiquement de faire aucun emprunt à *la métaphysique*.

Nous allons donc *par nécessité* remonter à la venue sur terre du premier homme *pensant, intelligent,* et susceptible de faire des *observations*.

Quelle que soit l'époque historique ou préhistorique de l'apparition de cet homme sur le sol, quelle que puisse être son origine, qu'il descende du singe, qu'il descende d'un autre type de mammifères, qu'il ait été créé

d'un seul coup en une minute ou qu'il ait fallu cent siècles, cela ne fait rien à la chose et ne touche en aucun point l'analyse qui va suivre.

Je prends un être ayant *nos cinq sens* et je définis : *mens sana in corpore sano.* « Un esprit en santé dans un corps qui se porte bien. » Un *homme normal.*

C'est le premier observateur du monde extérieur.

Je le suppose sans tradition d'aucune sorte, sans parti pris ni jugement préconçu sur ce qui va se passer.

Une *simple curiosité réfléchie* l'anime, sans cela il n'observerait pas.

Je débute par cet *homme normal,* assis sur une chaise, sans mouvement aucun, *la statue de Condillac* étudiée au point de vue de la physique expérimentale.

Cet *observateur* éprouvera les impressions tactiles : le froid, le chaud, le tiède ; les corps qui sont mis en contact avec lui, lui sembleront pointus, ronds ; le bleu, le rouge et toutes les couleurs lui seront révélés ; les odeurs, les goûts et enfin les sons lui seront fidèlement transmis par le système nerveux.

Au point de vue *expérimental,* cet homme aura d'abord la perception nette des *sensations caractéristiques,* il ne confondra pas les couleurs et les sons, ni le chaud avec le salé, ni la sensation d'un corps rond avec une odeur.

Par la *mémoire,* faculté nécessaire pour l'apparition d'une *individualité consciente,* l'homme se rappellera *la succession* de ces diverses impressions.

Le domaine expérimental exploré par cet observateur conscient est donc, dans la *position rudimentaire* où

nous l'avons intentionnellement placé, très limité : il a pris conscience des *cinq modalités* de son système nerveux et il a une vague notion *du temps,* car il se rappelle *la succession* d'impressions qui n'étaient pas *simultanées.*

Entre les impressions dont il a le *souvenir* et celles qui sont *actuelles,* il sent la différence ; c'est par cette différence uniquement qu'il *mesure le temps.*

La notion d'*espace,* la notion de *force* lui font complètement défaut.

Permettons maintenant à notre observateur de se mouvoir.

Il fait positivement connaissance avec un sixième sens, le *sens musculaire.*

Il ordonne à ses muscles de se contracter et ceux-ci obéissent et font décrire à ses membres de vraies trajectoires dont le tact et la vue lui enseignent progressivement l'étendue, l'ampleur et la puissance.

Nous pouvons donc dire que c'est *au moment précis où l'homme a orienté le premier mouvement musculaire conscient, qu'il a fait sa première expérience de physique expérimentale.*

Il découvre du premier coup :

1° L'*espace* qu'il constate par le mouvement du bras.

2° Le *monde extérieur réel,* ou la *matière,* par la rencontre du *premier obstacle* au mouvement volontaire du bras.

3° L'*effort* ou la *notion vécue* de la *force,* par la possibilité où il se trouve de modifier *d'une façon consciente* la *puissance* qu'il exerce sur le *monde extérieur* ou *sur la matière.*

4° Le *temps* par la *vitesse* plus ou moins rapide avec laquelle il déplace son bras.

La *physique,* la *mécanique* sont nées à la fin de cette première expérience, elles sont toutes deux dans les langes, elles sont encore en chrysalide, mais elles existent avec *tous leurs termes.*

Il a vécu sa première expérience, l'observateur qui peut employer avec compréhension et avec la conviction d'une réalité consciente pour lui, les termes *espace, matière, force, temps.*

Ces origines de la physique expérimentale commandent avec une telle autorité toute l'étude qui va suivre et tout le développement logique de la science, qu'il nous paraît convenable et opportun de préciser le sens des termes qui sont nés de cette première expérience et de fixer définitivement l'acception exacte des mots employés.

L'espace.

Le mot espace résulte de la succession combinée d'actes volontaires conscients entraînant le déplacement du bras avec les impressions visuelles qui nous transmettent, d'une part, la position actuelle de ce membre, d'autre part sa position *ancienne,* qui l'a précédée.

La mémoire groupe et rapproche cette série d'impressions très nettes.

La notion d'*espace* est née d'un grand nombre d'expériences semblables qui nous ont fait connaître la possibilité de nous déplacer dans trois directions ou ce qu'on convient d'appeler les *trois dimensions*.

Notre bras suit la *ligne*, engendre un *plan*, puis trace une *sphère*.

Au point de vue de l'observation ou de la *physique expérimentale*, la *quatrième dimension* ne pouvant être occupée par le bras est un *non sens;* elle restera une conception de l'imagination fantaisiste des mathématiciens.

Quelles sont les *mesures* et les *limites* de l'*espace?*

Pour mesurer l'*espace* nous convenons d'une certaine longueur parcourue par le bras[1] et dont nous gardons le plus possible un souvenir précis, souvenir que l'on peut du reste constamment soulager et étayer par *un étalon* admis conventionnellement par l'ensemble des habitants d'une contrée. Ce sera la toise, la perche, le pied, le mètre, le yard, peu importe.

Quant aux *limites de l'espace*, nous les fixons à l'*infini*.

En *creusant expérimentalement* ce terme, qui apparaît dès que la notion de l'espace est bien comprise, voici ce que nous trouvons :

Prenons une droite aussi grande que l'espace la comporte, c'est la mesure directe des *limites de l'espace*.

[1] Le *bras* représente ici l'ensemble de nos organes doués de mouvements volontaires et conscients.

L'observateur conscient voit cette droite et par la pensée *il la coupe* toujours au point où son bras la saisit.

Maintenant il la mesure avec l'*étalon;* en notant les observations il inscrit *un nombre immense, lassant* par la répétition incessante de la même inscription.

Plus il va, plus il inscrit d'unités au nombre, plus il sent qu'il peut continuer les mesures.

A quelqu'un qui lui dirait : « Tu n'iras pas plus loin, » il répondra : « Non, j'irai plus loin, » et de fait il va plus loin.

Et toujours, toujours la même longueur s'ajoute à la précédente et l'observateur l'inscrit.

En résumé, au point de vue de la *physique expérimentale,* la notion de l'infini provient d'*une affirmation* dans le domaine réel, c'est la mesure d'une quantité considérable d'unités prises sur la même droite à la suite les unes des autres et c'est l'*interdiction* que nous faisons à quiconque voudrait nous arrêter dans ce dénombrement.

Nous affirmons que nous pouvons aller plus loin que toute quantité donnée ; nous nions toute limite.

Le bout de la ligne droite *mesurant l'étendue,* nous ne le voyons jamais ; en physique expérimentale nous restons toujours dans le *fini*.

La matière.

Si nous pouvions manier notre bras dans tous les sens et si jamais aucun de nos membres ne rencontrait un obstacle durant le parcours accompli dans l'espace environnant, nous n'aurions jamais connu que notre propre corps, le *monde matériel* nous aurait été à jamais caché.

Par contre, dès que notre main a heurté un corps étranger, le *tact* nous révèle ce choc et du contact de notre main avec ce corps, nous déduisons tout de suite, par *simple observation,* la *certitude* de l'existence effective du *monde matériel.*

La *condition fondamentale* et *systématiquement nécessaire* pour que nous entrions en contact avec le *monde matériel,* c'est que la matière ne se déplace pas sous l'action de notre bras *sans que nous le sentions.*

Au moment où un *corps matériel* au repos *sera heurté* par la main, il *faut absolument* qu'il résiste *peu ou prou,* avant de prendre la vitesse de la main, sans quoi nous *ignorerons toujours ce corps* et nous lui refuserons le nom de *matière.*

L'*inertie de la matière* est donc sa *qualité maîtresse,*

celle sans laquelle nous la nierons obstinément et *avec raison.*

Je ne saurais insister suffisamment sur ce point capital, qui éclaire d'une vive lumière le sens du mot *matière,* son sens *vrai,* le seul qui nous intéresse en physique expérimentale.

Tout corps *doit résister* à notre *système musculaire,* agissant *consciemment,* pour recevoir ses lettres de naturalisation dans le domaine des *corps existants matériellement.*

Tout substantif dont l'objet qu'il représente ne peut pas être mis en *opposition,* en *conflit,* avec notre système musculaire, restera pour le *physicien* une *conception de l'esprit, une pensée, une fiction.*

Prenons un exemple frappant:

La *beauté* d'un *tableau.*

Le tableau est un corps qui résiste au système musculaire, c'est la *matière réelle,* la *beauté* ne peut en *aucun cas* entrer en conflit avec nos muscles !

La *beauté* sera *discutable,* peut-être *niée, contestée,* elle ne sera jamais *un corps,* c'est une pensée, une conception de notre sens esthétique.

Un autre exemple frappera peut-être plus particulièrement certains lecteurs :

Un fantôme.

Aujourd'hui pour le grand *nombre des physiciens,* un fantôme est le résultat d'*images subjectives,* extériorisées par l'action nerveuse des centres sous l'effet d'hallucinations de gens malades ou nerveusement très excitables.

Le fantôme ne pourra dans ce cas jamais, ni déplacer

des objets matériels, ni entrer en lutte avec nos muscles.

C'est le produit d'un jeu de l'imagination, ou un effet morbide sans réalité effective.

Pour quelques personnes, le fantôme au contraire pourrait avoir *une consistance* matérielle, faible ou forte, cela ne fait rien, pourvu qu'à un degré quelconque *elle existe;* dans ce cas, le conflit avec le système musculaire serait *possible* et la *réalité du fantôme* est proportionnelle pour chacun à la *crédulité qu'il accorde à ce facteur,* soit à la matérialisation sous forme d'*inertie* de la substance dont le fantôme serait constitué.

L'*inertie de la matière,* tel est donc son caractère particulier et *obligatoire*.

Ce sera durant tout le cours de cette étude notre *critère décisif* lorsqu'il s'agira de matière.

L'*inertie* se définit comme suit: la propriété en vertu de laquelle un *corps matériel* ne prend pas spontanément une certaine vitesse sans entrer en lutte avec le système musculaire qui tend à le déplacer.

C'est la constatation du fait primordial.

La mécanique plus tard a défini complètement et d'une façon plus précise les lois de l'inertie.

Nous nous en tiendrons à l'énoncé du fait essentiel afin de conserver soigneusement présente à la mémoire l'origine de la connaissance que nous avons du monde matériel extérieur.

L'effort.

Ce n'est pas tout de sentir *par le choc* la présence d'un corps étranger, l'*observateur conscient* en agissant par son système musculaire a rapidement fait de nombreuses observations : il s'est d'abord aperçu que si par un mouvement spasmodique, *une crampe,* il était amené à choquer un corps étranger, cette notion de l'existence du monde extérieur pourrait bien entrer dans ses connaissances par cette porte dérobée, mais la *conscience de l'effort* ne lui est apparue qu'à la suite d'*efforts musculaires voulus* et *méthodiquement exécutés*.

Alors le *monde extérieur* s'est ouvert, a jeté tous ses voiles, lui révélant les phénomènes qui aujourd'hui encore sont et resteront la base de toute la physique expérimentale :

Il a pris une pierre dans la main et s'est aperçu que pour la soulever il lui fallait un *certain effort*.

En prenant une pierre plus grosse, de même couleur et de même provenance, il a constaté que l'effort pour l'élever du sol était *plus grand;* enfin, en soulevant un morceau de métal plus petit que la *petite pierre,* il lui a fallu un effort *plus grand encore* que pour la grosse pierre !

Voilà une série d'observations qui vont faire sentir les *causes efficientes* du développement de la science sur terre.

Il a compris, cet observateur conscient et intelligent, que pour *préciser* ces phénomènes il fallait *mesurer* l'*effort musculaire,* soit les comparer à *un étalon* qui serait aux efforts ce que le mètre ou l'étalon des longueurs est à l'*espace*.

La science a adopté depuis l'antiquité jusqu'à nos jours une longue série de mesures, le *kilogramme* est l'unité acceptée aujourd'hui à peu près partout.

L'observateur a créé la *balance,* instrument qui lui permet de remplacer les *lectures* incertaines de son effort musculaire, variables suivant son état de santé, avec l'âge, etc., par les mesures directes et *absolument précises* de l'instrument parfait par excellence.

Le *souvenir très précis* du kilogramme que nous avons pris souvent en main, nous permet de nous faire une idée nette des poids dont la balance nous donne la valeur numérique exacte.

C'est par la répétition vécue fréquemment de l'effort produit pour soulever l'*unité* que nous comptons ensuite *toutes les forces* par des multiples ou des sous-multiples de cette même unité.

On comprend ainsi pourquoi tous les peuples, sans aucune exception, sont si conservateurs en fait de *poids et mesures* et pourquoi il est si difficile de leur faire adopter de nouveaux étalons.

L'Angleterre est un exemple extraordinaire de cet esprit de routine, car toutes les mesures employées dans ce grand et puissant pays sont en rupture de ban

avec les idées de progrès acceptées aujourd'hui partout ailleurs en Europe, souvent avec peine, il faut en convenir.

En comparant ainsi les forces entre elles, en créant le *kilogramme,* l'homme a eu conscience absolue des ordres musculaires donnés, des effets produits, origines scientifiques indissolublement liées à l'apparition de l'*unité des poids.*

Le temps et la vitesse.

Dès que l'*observateur* a usé de son système musculaire, il a su que l'*effort conscient,* en agissant sur les *corps matériels* composant le *monde extérieur,* leur communiquait des *vitesses* plus ou moins grandes.

La notion de *vitesse* s'est ainsi trouvée associée, rivée à la notion de *temps.*

Nous devons examiner sérieusement la première apparition de ces termes pour en cristalliser le sens vrai.

Nous avons vu qu'avant d'avoir la libre disposition de son système musculaire, l'homme avait une notion simplement rudimentaire du temps, dont une mesure précise lui était impossible par la simple succession de sensations.

Au moment où les possibilités de mouvement lui ont été données, l'observateur a fait déplacer ses membres

dans l'espace et il a constaté, *par la mémoire,* que les impressions visuelles se succédaient plus ou moins vite dans certains cas suivant l'intensité de l'effort apporté à l'exécution de ces mouvements.

Ici encore, comme pour l'effort musculaire, il lui fut impossible de préciser la notion de *vitesse* résultant de la série des impressions visuelles ressenties.

Il put seulement associer les deux faits essentiels suivants :

En agissant sur un même corps, un *effort plus grand* entraîne une *vitesse plus grande,* soit un temps moindre pour franchir le même espace.

L'observateur eut donc la pensée de faire agir une force *constante* sur un *même corps* et de lui faire franchir le *même espace* plusieurs fois de suite de telle façon que le phénomène *et toutes ses conditions de formation* étant identiques, la *durée* de chaque période soit *la même pour toutes.*

La clepsydre, le sablier, le pendule, les montres et les chronomètres, aux différentes époques où ces instruments sont apparus, ont été basés sur ce principe : la répétition de phénomènes identiques à eux-mêmes est la seule méthode logique pour mesurer des temps égaux.

Quant au temps, comme *valeur absolue,* l'observateur l'ignore complètement.

Dans une *immobilité parfaite* de l'ensemble de tout ce qui nous entoure, le temps devient *lettre morte.*

Les limites du *temps,* soit l'*éternité,* peuvent se définir comme nous avons défini l'immensité insondable de l'étendue: nous voyons la mesure actuelle du temps, et

en reportant dans l'avenir ou dans le passé la même mesure jusqu'à épuisement et effroi de notre imagination, nous sentons que nous ne faisons que commencer !

La notion de l'infini dans l'espace et le temps est donc bien le résultat de l'*affirmation dans le fini* et d'une *négation* quant à l'arrêt forcé de la prolongation des mesures.

C'est *cette négation* que nous imposons aux deux extrémités de la *partie finie* qui marque pour notre intelligence le terme des espaces et des temps.

CHAPITRE IV

LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

Nous avons passé en revue ainsi les quatre *notions essentielles* de la *physique expérimentale rudimentaire,* mais ces notions se compliquent très vite d'autres facteurs qui sont des enfants légitimes et vigoureux de ces origines solidement établies.

Examinons en premier lieu la phase caractéristique par laquelle a passé l'*observateur* lorsqu'il a cessé d'être un simple *observateur,* pour devenir *physicien* dans le sens logique du mot.

Nous avons vu qu'il est en état de parler en connaissance de cause sur :

1° L'*espace* et ses limites.

2° La *matière* et son *inertie,* par opposition aux *conceptions de sa pensée,* qui sortent du domaine matériel.

3° L'*effort musculaire conscient,* qui a pour effet de déplacer la *matière pondérable* ayant de l'*inertie* et de lui communiquer du *mouvement.*

4° Le *temps* et la *vitesse,* notions simples quoique combinées si intimément qu'il est impossible de parler de l'une sans évoquer l'autre au même instant.

C'est tout; il n'a rien vu, rien mesuré qui ne rentre dans le cadre actuellement tracé.

Les constatations *directes,* faites par l'observateur conscient, doué d'intelligence, de mémoire, des sens, du système musculaire *ne le conduisent et ne le conduiront jamais plus loin.*

L'observateur enregistrera simplement la série des phénomènes, *comme ils se présentent ;* il n'aura jamais par *aucun motif plausible,* l'idée de *fonder la science* dans le sens ordinaire du terme.

Ce point de vue a lieu de surprendre tout d'abord, il est même en opposition apparente avec la notion contenue dans le mot *intelligence ;* cependant si l'on regarde de près, et en se plaçant très strictement à l'*origine de la physique,* il nous est impossible de voir poindre le moindre symptôme étranger à la *pure constatation* des phénomènes sensoriels d'abord, des *phénomènes de la volition* ensuite, ceux-ci se traduisant par les mouvements volontaires conscients et la prise de possession effective du monde matériel, comme nous venons de le décrire.

En effet, que faut-il pour aller plus loin, pour fonder la *physique expérimentale,* il faut franchir *deux étapes* obligatoires, deux étapes qui s'imposent, car elles sont les pierres d'angle de la vraie science.

Il faut que l'homme affirme le principe de *causalité* et qu'ensuite il admette, par la méthode dite de la *vérification expérimentale,* que la Nature contient un

principe d'organisation dont le caractère distinctif est d'*avoir été dicté par une intelligence au moins égale à la sienne.*

L'homme fait crédit à la cause première d'un *génie* égal au sien; c'est le minimum pour que la science puisse se fonder.

La *science expérimentale* repose d'abord, et avant tout, sur la constatation bien précise des *faits dus à l'observation.*

Plus on a de faits *bien observés, bien réels,* plus la science aura sa *base solide;* c'est certain et cela échappe à toute discussion.

Mais le *livre de la science* n'est pas simplement la nomenclature par ordre de date et de matière *des observations faites.*

Quel est le savant contemporain qui oserait prétendre que l'*astronomie* consiste dans le relevé de tous les passages d'étoiles, de planètes, de satellites au méridien, sur la carte du ciel, dans la constatation des époques historiques des éclipses?

En astronomie, tout spécialement, la question présente le plus haut intérêt, car cette science est la seule qu'on peut considérer, *au point de vue qui nous occupe,* comme presque *achevée.*

Cherchons donc quels sont les *facteurs effectifs* qui ont conduit notre observateur à créer l'*astronomie,* laquelle servira de modèle pour les autres sciences.

Il a commencé, cela va sans dire, par faire toutes les observations que ses yeux et tous les instruments possibles lui ont permis d'enregistrer. (Il est clair que la confection d'instruments au point où nous en sommes

de l'origine de la science est un anachronisme volontaire.)

Ces constatations faites et inscrites sur le registre de l'observatoire, l'astronome *peut en rester là;* pourquoi pas? c'est même fort naturel.

Il a vu, observé, inscrit un point, c'est tout.

Non, ce n'est pas tout, l'astronome se dit: Quand je prends une pierre et que je la lance, j'ai conscience de ma *volonté libre,* j'ai conscience de l'*effort musculaire* accompli et je vois l'*effet produit.*

Si je vois en l'air une *pierre cheminer,* par analogie je me dis: Quelqu'un caché derrière le mur voisin *a voulu* jeter une pierre, il a dû *sentir son effort* et je constate l'effet produit par l'effort d'*un autre.*

L'idée d'attribuer au phénomène constaté: *la pierre cheminant en l'air, la même cause que celle que nous connaissons par notre propre expérience, voilà l'origine vraie de la science expérimentale.*

Le *principe de causalité* est né de l'adaptation que nous faisons par instinct, des origines des phénomènes du mouvement dont nous nous sentons *la cause efficiente, aux mouvemeuts observés dans la nature, soit aux phénomènes eux-mêmes qui se produisent devant nos yeux sans que nous en voyions la cause directe.*

De cet ensemble de faits naît de suite l'idée de la *loi* et le désir de sa *vérification.*

Si la pierre jetée en l'air que je viens de voir passer, a été jetée par quelqu'un qui se trouve derrière le mur, en montant sur le mur je verrai *ce quelqu'un.*

L'observateur, s'il désire constater la *justesse de son raisonnement,* et non pas la *justesse de son observation,*

se hâtera de faire usage de ses muscles en grimpant sur le mur par tous les moyens dont il dispose.

Arrivé au sommet, il voit celui qui a lancé la pierre, la *cause possible* du jet de pierre.

Il questionne ce *sujet,* cause possible du phénomène, et lui demande si c'est lui qui a jeté la pierre, avec quelle puissance et quels moyens, dans quel but, etc.

Il invoque ainsi le *témoignage* comme un facteur intrinsèque et un jalon de la marche scientifique que nous avons esquissée par cet exemple.

S'il ne *voit personne* derrière le mur, la vérification de son idée fait défaut: conséquence, il a commis *une erreur;* la pierre a été lancée par quelqu'un qui est hors de vue, peut-être l'auteur de l'acte s'est-il enfui, caché, etc.

Il est inutile d'insister, le lecteur a parfaitement saisi les différentes phases intellectuelles et psychiques qui se succèdent dans la série des *observations* expérimentales constituant l'*aurore de la science.*

Fixons-les d'une façon nette et avec des termes bien définis :

A l'origine de tous nos actes nous sentons :

1° Le *moi conscient* qui, volontairement et *après réflexion,* donne des ordres aux muscles, lesquels obéissent *au moi* comme des domestiques au maître.

2° L'*effort musculaire* conscient qui a provoqué le déplacement de nos membres et d'une certaine portion de *matière pondérable* avec une certaine vitesse.

3° *Nous observons ensuite le résultat atteint* qui, suivant les cas, correspond *au but* que l'on s'est proposé d'atteindre ou au contraire en diffère plus ou moins complètement.

La science prend naissance par l'application pure et simple de cette succession de faits, aux phénomènes naturels, en sorte que chaque science expérimentale *présente trois phases,* toujours, *sans aucune exception.*

C'est la règle générale :

Dans la 1re phase, l'observateur constate les *faits* comme l'homme l'a fait lui-même avec les cinq sens.

C'est la monographie de chaque phénomène pris séparément et isolé de toute idée préconçue.

Dans la 2e phase l'observateur imagine *une cause* du phénomène, il crée l'*hypothèse scientifique.*

Dans l'hypothèse scientifique on trouve toujours le *sujet* qui est la *matière* à laquelle on *prête certaines propriétés hypothétiques* et l'*effet logique, mécanique* de ces *propriétés.*

L'idée de l'*effort musculaire conscient* se traduit par les propriétés spéciales que nous accordons à la matière et qui sont toujours des *forces,* des *causes de mouvement.*

L'idolâtrie des hommes à l'époque prescientifique transformait les propriétés des corps en *volontés conscientes.*

La 3e phase scientifique sera toujours celle de la *vérification expérimentale* et aura toujours pour effet d'amener l'observateur à organiser de nouvelles séries d'expériences, *différentes des premières.*

Elles servent de contrôle, nullement à la justesse des premières observations, admises comme exactes, mais à la confirmation plus ou moins complète des *hypothèses admises* dans la 2e phase, celle des *suppositions scientifiques.*

Ces dernières sont établies en *vertu de l'anthropomorphisme,* tendance rationnelle dont l'homme se sert du *berceau* à la *tombe* dans tous ses travaux relatifs à l'étude de la nature.

Voilà selon nous la *marche historique* de la science sur notre globe et la marche que chacun de nous suit également pour son compte lorsqu'il atteint l'âge de raison et cherche à comprendre ce qu'il sait et comment il l'a appris.

Revenons donc à l'*astronomie* qui nous servira ainsi que nous le disions d'exemple typique.

Dès les temps les plus reculés on observa la rotation du soleil, de la lune et de tous les astres autour de la terre.

La terre était crue *plate* et non sphérique.

1re *hypothèse*. On imagine la terre au centre et l'on fait tourner d'une vitesse uniforme tous les astres autour de ce centre.

Vérification. La vérification est seulement *partielle* pour les *étoiles fixes;* la lune, les planètes, le soleil font exception et ne vérifient pas l'hypothèse.

Ptolémée complique l'hypothèse première pour la *mieux accorder* avec les nouveaux faits observés en vue des vérifications, mais son système *ne satisfait* personne.

2e *hypothèse*. Devant les complications du système de Ptolémée qui ne répondait pas *aux aspirations scientifiques* des savants de l'époque, Kopernik apparaît et crée de toutes pièces *une hardie conception du monde céleste*.

La théorie de Kopernik n'était pas le résultat de l'observation, puisque l'observation directe conduira

30129

toujours à penser et à croire que c'est le *soleil* qui se meut autour de la terre, c'était, ainsi que le dit l'éminent philosophe M. E. Naville de Genève, dans son livre sur La Logique de l'hypothèse, « c'était une conjecture hardie que le savant polonais puisa, comme il nous l'apprend, dans les écrits de quelques anciens. »

Le soleil est devenu le *centre du système.*

La découverte de Kopernik ne fut admise dans le monde savant qu'après une lutte qui dura plus d'un siècle.

Elle avait contre elle tout le poids des apparences immédiates et un grand nombre d'arguments théoriques généralement en faveur.

Au point de vue qui nous occupe, personne ne saurait contester sérieusement que l'affirmation du mouvement de la terre autour du soleil n'est ni une déduction *a priori* de la raison pure, ni un fait expérimental; c'est bien *une hypothèse confirmée*.

3e *hypothèse.* Au moment où Kepler apparut, on pensait que les planètes décrivaient des *orbites parfaites,* ou des cercles autour du soleil. Kepler *eut l'idée,* conçut le premier l'hypothèse que ces orbites étaient des *ellipses.*

Voici textuellement ce qu'il raconte lui-même :

« Après avoir trouvé les dimensions véritables des « orbites, grâce aux observations de Brahé et à l'effort « continu d'un long travail, j'ai découvert enfin la pro- « portion des temps périodiques à l'étendue de ces « orbites [1]. Et si vous voulez en savoir la date précise,

[1] Troisième loi de Kepler.

« c'est le 8 mars de cette année 1618 que, *d'abord* « *conçue dans mon esprit,* puis maladroitement essayée « par des calculs, partant rejetée comme fausse, puis « reproduite le 15 de mai avec une nouvelle énergie, « elle a surmonté les ténèbres de mon intelligence, si « pleinement confirmée par mon travail de dix-sept « ans sur les observations de Brahé et par mes propres « méditations, parfaitement concordantes, que je croyais « d'abord rêver et faire quelque pétition de principe ; « mais plus de doute : c'est une proposition certaine et « très exacte. »

En terminant son grand travail, où Kepler expose sa théorie composée de *ses trois lois fondamentales,* il dit encore :

« Depuis trois mois, j'ai vu le premier rayon de lu- « mière ; depuis trois mois j'ai vu le jour ; enfin depuis « peu de jours j'ai vu le soleil de la plus admirable « contemplation. »

Rappelons ici que celui qui a dit ces paroles est un *chef d'école,* qui a fondé l'astronomie moderne et dont les travaux resteront classiques dans tous les âges de l'humanité.

Voilà la *troisième hypothèse* bien près d'être la dernière, puisque *les vérifications* sont *totales* et sans *aucun accroc.*

Partout où l'on braque le télescope dans le ciel on aperçoit les planètes et les étoiles à l'heure dite.

Cependant nous voyons apparaître encore une dernière hypothèse qui fait faire à l'astronomie le pas le plus considérable relaté dans les annales scientifiques.

Newton en 1656 eut l'idée de la *gravitation universelle.*

Newton imagina que la matière attire la matière proportionnellement aux masses et en raison inverse du carré des distances.

Avec cette loi *unique* il remplaça les trois lois de Kepler.

Par les règles précises du calcul infinitésimal, dont il était l'inventeur avec Leibnitz, il prouva que les trois lois de Kepler se déduisaient *directement* de cette *hypothèse unique.*

Pourquoi le monde savant eut-il une si grande joie à l'apparition, et plus tard à l'*admission sans réserve,* de cette hypothèse ? parce qu'elle satisfaisait d'une façon *plus simple* à toutes les observations faites et que cette *simplicité* répond à une *aspiration instinctive* de notre être psychique.

Enfin *Laplace,* en imaginant et en calculant l'effet des *perturbations,* permit de faire la réduction à la loi de Newton de tous les *petits écarts* qui étaient encore signalés par les astronomes.

La vérification de l'hypothèse de Newton dure depuis deux siècles et plus et notre système solaire lui reste absolument fidèle.

L'astronomie s'est ainsi *achevée,* ayant accompli son cycle rationnel.

Ce que nous venons de dire de l'*astronomie* peut se dire de toutes les autres *sciences d'observation* et cela va nous permettre de terminer l'exposé des *facteurs nécessaires* à l'éclosion et à la mise en pratique de la *méthode scientifique.*

Pour qu'un *observateur* devienne un *physicien,* dans le sens le plus complet du terme, il faut qu'on trouve en lui les *caractéristiques suivantes :*

1° Il doit avoir fait un grand nombre d'expériences et *s'en souvenir,* soit par la mémoire, soit par tous les procédés graphiques et mnémotechniques connus.

2° Il doit avoir le *désir* d'expliquer ces phénomènes par des *causes logiques.*

3° Il doit *croire* que ce désir n'est pas une *chimère* et qu'entre le *monde extérieur* et son *intelligence* il y a une *marche parallèle* qu'il admet comme le *postulat forcé* du travail auquel il va se livrer.

4° Il doit avoir assez d'*imagination ou de génie,* pour pouvoir créer de toutes pièces les *différentes hypothèses logiques* qu'il attribue comme *règle* au monde matériel qu'il observe.

5° Il doit pouvoir *vérifier expérimentalement* ses hypothèses pour en constater l'exactitude.

6° Entre plusieurs hypothèses *également vérifiées,* le physicien de tous les temps et de tous les pays choisit *de préférence la plus simple.*

7° Le physicien refuse par principe toute *cause capricieuse* aux phénomènes naturels ; c'est-à-dire toute *cause* agissant, puis n'agissant plus, *sans motif plausible.*

Ces *sept caractéristiques* sont absolument obligatoires pour tout physicien qui veut suivre rigoureusement la *méthode scientifique.*

Imaginons par exemple que l'on remplisse un panier de petits morceaux de papier sur chacun desquels on a inscrit un nombre.

On mélange sans aucun ordre ces papiers en les

secouant et on les offre *sous cette forme* au physicien.

Celui-ci tire un à un ces papiers et inscrit les nombres.

Essayera-t-il de *trouver une loi,* de forger une *hypothèse* sur l'ordre dans lequel les numéros sont sortis ?

Pas un instant.

Pourtant les phénomènes du monde extérieur lui sont apparus les uns après les autres à l'origine, *sans aucun lien apparent.*

Les calculs des probabilités qui peuvent s'établir sur la sortie des numéros d'une loterie, n'ont absolument rien de commun avec les *lois de physique* qui font intervenir des *principes d'action* dénommés *propriétés de la matière* et *propriétés spéciales* des différents corps pris isolément.

Toutes ces considérations nous permettent encore d'affirmer, sans crainte d'être démenti par aucun penseur ayant médité sérieusement sur ces questions, que la science vraie commence *après l'étude des phénomènes directement observés par le jeu unique des facteurs psychiques de l'homme.*

La science *sans hypothèse* et sans vérification des hypothèses *n'existe pas.*

CHAPITRE V

DÉVELOPPEMENT LOGIQUE DE LA PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

Nous avons examiné avec un soin rigoureux quelles ont été *les origines effectives* de la physique, nous allons jeter un coup d'œil d'ensemble sur les régions explorées pendant les quelques séries de siècles où l'histoire scientifique de l'homme s'est conservée, et nous observerons la *boussole* qui a conduit les pionniers de l'intelligence.

L'observateur armé de ses *unités* de mesure, le *mètre* et le *kilogramme,* pour l'*espace* et la *force,* a utilisé la parfaite régularité du mouvement de la terre pour mesurer le *temps* et a admis l'*heure,* la *minute,* la *seconde.*

Dès les premières observations, le physicien a été *obsédé* par le *désir de généraliser.*

La *généralisation* d'un fait spécial, fréquemment observé sous plusieurs formes, est le syllogisme scientifique le plus simple, la loi physique dans l'enfance.

Le syllogisme est à la fois, dans ce cas, analytique et synthétique:

Une pierre pèse, l'eau pèse, l'air pèse, les métaux pèsent, *tous les corps pèsent,* voilà la proposition générale.

On me montre du *soufre* et l'on dit:

Le soufre est un corps, tous les corps pèsent, donc le *soufre a un poids.*

Si l'on disait : le *soufre pèse,* on conclurait : donc le *soufre est un corps.*

L'hypothèse *dissimulée* consiste à admettre sans une *vérification absolue* que tous les corps pèsent et que tout ce qui pèse est un corps.

Cette vérification est poussée si loin que, sans être complète, elle a provoqué la *certitude absolue* dans notre pensée.

La science a d'abord fait ainsi une série de généralisations qui ont classé les corps et leurs propriétés en différents groupes :

On a eu les *solides,* les *liquides* et les *gaz,* les *cristaux,* etc., etc.

On a ensuite examiné l'effet de la *pesanteur* sur les corps en les laissant tomber et en mesurant les *vitesses* obtenues en fonction du *temps* et de la *hauteur de chute.*

Ces expériences ont conduit à la loi de Newton, hypothèse *facile à concevoir* dès qu'on a réalisé une série d'expériences organisées d'avance dans le *but non dissimulé* de questionner la nature sur les différences qu'elle établit entre les corps.

Newton a constaté *avec une joie profonde* et une *in-*

dicible émotion, que tous les corps tombent dans le vide avec une *égale vitesse.*

L'expérience *exacte* n'a pas été faite, tant s'en faut, pour tous les *corps.*

Si l'on tient compte de tous les corps connus en chimie, parmi les minéraux, les végétaux, les animaux, l'expérience de la chute des corps n'a pas été réalisée pour la *millième* partie des compositions constatées et portant un nom dans la nomenclature. Nous pourrions dire sans crainte d'exagération, pas pour la millionnième partie des corps existants.

Pour ma part, je ne l'ai pas vérifiée en me servant de la machine d'Atwood et du pendule pour *plus de trente à quarante corps.*

Je l'ai vérifiée, entre autres, avec mes élèves, pour quelques métaux usuels, une série de matières organiques, des gaz et un morceau de chair humaine et de cerveau.

Mais les expériences faites ont porté sur les corps les plus divers, et dès qu'on a vu du *plomb,* des *plumes,* de la *chair,* des *plantes* obéir *exactement, rigoureusement* à cette loi, la vérification a paru si *complète* et si *concluante* qu'on a immédiatement et par *une confiance immense dans l'ordre de la Nature,* admis la *loi* ou l'*hypothèse* comme vérifiée complètement.

Les plus sévères critiques ne s'en sont jamais plaints.

Cette loi classique, de l'égalité de la chute des corps, et des vitesses acquises par les corps pendant la chute, a les conséquences les plus importantes en physique et en mécanique.

La notion de la *force vive* et celle du *travail méca-*

nique sont apparues, elles sont nées directement de l'expérience rationnellement conduite.

Aux mesures employées pour estimer l'*espace,* la *force,* et le *temps,* on ajoute celle qui donne la valeur de l'*énergie du travail accompli par la force.*

Voici la forme simple sous laquelle ce problème capital en mécanique s'est présenté :

L'observateur se dit : Si la matière se déplace lorsqu'elle est soumise à l'action de mon bras (donc de mon système musculaire agissant consciemment), je lui communique une *certaine vitesse* au bout d'un certain temps pendant lequel elle subit mon effort musculaire.

Je pourrai remplacer l'*effort musculaire* par une cause de mouvement appelée *force équivalente,* et si cette force équivalente agit pendant le même temps sur le corps, elle engendrera un *effet* égal, donc une *vitesse égale.*

La *pesanteur* produit une *cause de mouvement* comparable à l'*effort musculaire,* donc, *et c'est là la conclusion,* nous pouvons *mesurer l'effet produit par nos muscles par l'action observable de la pesanteur sur les corps.*

Nous déplaçons ainsi le terrain primitif de nos observations pour rendre les phénomènes mesurables, tout en les laissant parfaitement *clairs* et *compréhensibles.*

Il est *indispensable* de garder présent à la mémoire ce *pont* jeté dès le début de la mécanique entre nos *sensations musculaires,* perçues avec leur modalité caractéristique, mais non mesurables avec précision, et les *effets de la pesanteur, non sentis par notre système ner-*

veux, mais par contre *très précis et absolument mesurables numériquement par les données de la balance.*

Ce fait est souvent complètement méconnu, tout à fait oublié; en passant à côté de l'*origine vraie* du *kilogrammètre,* unité de mesure du travail mécanique, on s'expose à faire plus tard une foule de pétitions de principes.

Telle est l'origine du *kilogrammètre,* ou mesure du *travail* des *forces.*

Comme on le voit, cette *mesure* est complexe et provient de l'association de la notion de *force* avec celle de l'*espace* sur lequel cette force agit.

La *vitesse* que prennent tous les corps de la nature sous l'influence des forces qui agissent sur eux, a été considérée dès l'origine comme l'*effet produit* ou l'*équivalence* du travail accompli.

L'*identité* des deux phénomènes est le théorème premier de la mécanique rationnelle et pratique et découle des observations immédiates.

Cherchons à fixer à cette place les conséquences logiques de ces expériences fondamentales.

Pourquoi les corps, sous l'influence d'une force qui tend *à les déplacer,* ne prennent-ils pas dans la direction de cette force une vitesse instantanément grande?

D'abord, si tel était le cas, l'analyse nous a prouvé que nous ne les *connaîtrions pas;* nous n'aurions pas l'occasion d'en parler.

Nous devons donc admettre ceci: dès que la matière est en conflit avec une force, elle devient *force elle-même.*

Elle résiste, *par son inertie,* à l'action de déplace-

ment ; la vitesse acquise au bout d'un certain temps est la somme de toutes les *petites accélérations* que la force a communiquées au corps dans la foule des *éléments du temps* pendant lesquels cette force a agi.

Veut-on arrêter le corps en marche, ce corps restituera, comme *une force le ferait elle-même,* le travail qu'il a accumulé dans sa matière et si l'on emploie ce *réservoir de travail* à lutter contre la pesanteur, le corps remontera de lui-même à la hauteur d'où il est tombé.

Ainsi la matière *inerte au repos* est comme un *magasin* où l'on peut introduire du travail mécanique, des kilogrammètres.

Il suffit de la déplacer dans l'espace et de lui communiquer de la vitesse.

Le magasin, rempli de *force vive* ou de *travail* restituera, à la demande, toute la quantité d'énergie qu'on lui aura communiquée, à la condition qu'à la fin du travail que ce corps accomplit *comme le ferait une force,* la masse en mouvement devienne *immobile.*

Cette propriété fondamentale de l'*inertie* est *incompréhensible* dans son essence même.

Nous savons que les corps sont obligatoirement astreints, et par principe, à présenter cette caractéristique, sans quoi ils échapperaient à toute constatation, mais *pourquoi* les corps sont *inertes,* voilà ce que la science ne peut et ne *doit pas chercher.*

C'est là le *primus,* le *fait initial* que nous avons imposé au *monde extérieur* pour qu'il pût s'ouvrir à nous et nous rendre libre le champ de la science expérimentale.

C'est là aussi l'*instrument* au moyen duquel nous cherchons à expliquer le monde, sans *disséquer l'outil* lui-même.

A l'idée d'*inertie* de la matière est jointe indissolublement la notion *antérieure* de l'*acte musculaire conscient et volontaire ;* ne l'oublions jamais !

Grâce à ces unités nouvelles et équivalentes, du *second degré,* le *kilogrammètre* et la *force vive,* la loi de la chute des corps apparaît sous son vrai jour et peut être, sans aucune erreur, proclamée la *grande loi de la physique expérimentale.*

Il est démontré que si l'on abandonne à eux-mêmes, à la surface du globe, tous les corps connus, même ceux pour lesquels l'expérience n'a pas encore eu lieu, ils chutent dans le vide avec des *vitesses égales* après des *temps de chute égaux.*

Abandonnés simultanément dans un précipice, ils resteront dans leur chute commune placés tous respectivement comme *au départ.*

Cela veut dire que chaque *kilogramme* d'un corps quelconque est susceptible de donner à l'*inertie de sa propre matière,* pendant une *seconde* par exemple, une *vitesse* ou une *accélération* identiquement égale à celle qu'un kilogramme d'un autre corps chimique communique à l'inertie de ce corps.

Les deux *propriétés fondamentales* de la matière telle qu'elle est observée et observable, l'*inertie* et le *poids,* sont donc proportionnelles dans tous les corps de la nature.

Généralisons, et nous dirons : la *matière primordiale,* dont sont constitués tous les corps, est *une,* c'est la

même partout, autrement groupée et constituant des édifices infiniment petits dont l'architecture diffère; la pierre de ces constructions élémentaires *est la même*.

Construisons par la pensée un *palais* et à côté une *maisonnette*, en briques sorties de la même usine:

Si on laisse chuter le palais et la maisonnette côte à côte dans un grand gouffre, il est clair et évident que *chaque brique* sera un élément d'*inertie* opposé à la force.

Dans chaque élément constitutif du palais et de la maisonnette nous aurons donc un élément d'*accélération* et un *élément d'arrêt* identique chacun à chacun.

Tout le monde, sans aucun effort, en déduira l'égalité de vitesse de chute du palais et de la maisonnette, indépendamment du nombre de briques qui entrent dans la construction.

Cette déduction logique ne reste logique que si l'on suppose la brique identique dans les deux édifices.

De même la construction des corps par le groupement de molécules et d'atomes, et des atomes par l'agglomération des particules infiniment petites d'*une même substance*, telle est l'hypothèse la *plus plausible* et la *plus simple* à laquelle conduise la grande loi de Newton.

Cette hypothèse mène aujourd'hui le *train* de la science.

La physique, la chimie ne sauraient s'en passer, elle est implicitement comprise dans toutes les publications scientifiques, elle se sent, se laisse deviner partout, et toutes les belles découvertes faites dans le domaine

expérimental durant ces derniers siècles l'ont admise en principe et presque comme un postulat non indiscutable.

La conclusion logique à laquelle conduit la loi de l'égalité de chute de tous les corps est d'autant plus intéressante à noter que c'est à peu près la seule raison absolument convaincante que l'on possède pour admettre l'*unité absolue de la matière,* quels que soient du reste le *nom* et la *forme chimiques* sous lesquels nous les étudions.

Nous connaissons aujourd'hui plus de 70 corps réputés simples parce qu'il a été impossible de les décomposer ; l'*observation* directe est donc en *opposition apparente* avec l'hypothèse.

Malgré cela, les inductions tirées d'un ensemble considérable de faits, et avant tout de la loi de Newton, font préférer l'hypothèse non encore vérifiée à l'acceptation définitive de la diversité fondamentale des éléments chimiques connus et analysés dans le laboratoire.

Le lecteur attentif comprendra vite la *portée colossale* de cette loi expérimentale, la *loi de Newton,* car en groupant tous les facteurs qui se sont présentés à nous dans l'étude de l'origine de la physique, nous voyons que la seule chose *observable directement,* comme un *phénomène naturel,* c'est justement l'effet des *causes de mouvement,* ou des forces, opérant sur l'*inertie* des corps et leur communiquant une certaine accélération ou vitesse.

Nous n'observons *jamais* que de la *matière en mouvement* et de ce fait principal s'affirmer une nouvelle unité classique en mécanique : la *masse* des corps.

On appelle *masse d'un corps* le rapport qui existe entre le *poids de ce corps* et l'*accélération* ou la vitesse que la pesanteur lui fait prendre *après une chute libre d'une seconde* dans un milieu supposé vide d'air et de toute résistance au mouvement.

La notion de *masse* paraît déjà complexe par rapport aux autres unités, mais au fond elle ne l'est pas davantage, si l'on suit pas à pas les raisonnements simples qui y conduisent.

La *masse* de tous les corps est, en vertu de la loi de Newton, *exactement proportionnelle à leur poids*.

Lorsqu'une force plus petite ou plus grande que le poids d'un corps agit sur lui, quelle sera l'accélération ou la vitesse atteinte au bout d'une seconde?

Cette question est tranchée expérimentalement par la célèbre machine d'Atwood.

On sait que, pour *tous les corps,* les accélérations obtenues et mesurées sont dans tous les cas, et sans aucune exception constatée à ce jour en science, proportionnelles aux forces agissantes.

Une force double produira une accélération double, une force égale à un quart de la pesanteur ne produira plus que le quart de l'accélération due à la pesanteur, etc.

En combinant par le calcul les conditions diverses de toutes ces expériences, on déduit aisément la relation fondamentale en mécanique, qui réunit le travail effectué par une force et la vitesse d'un corps, laquelle en est le résultat ou l'équivalence :

Pour un corps quelconque, le *produit de sa masse*

par la moitié du carré de sa vitesse est égal au travail de la force, exprimé en kilogrammètres.

Tout le développement ultérieur de la physique, une fois cette loi vérifiée, n'est que la recherche des *forces* et des *mouvements* qu'elles engendrent.

La physique expérimentale n'est que l'*étude des mouvements de la matière* et de *leurs causes.*

Nous chercherons donc dans la physique expérimentale à exprimer tous les mouvements de la matière avec les *six unités* que nous venons de rappeler dans cette étude et qui sont :

1° Le *mètre,* la mesure de l'*espace.*

2° Le *kilogramme,* la mesure de la *force.*

3° La *seconde,* la mesure du *temps.*

4° Le *kilogrammètre,* la mesure du *travail :* produit de la *force* par l'*espace parcouru.*

5° La *masse :* rapport entre les *forces* et les *accélérations* qu'elles donnent à un corps.

6° La *force vive :* produit de la masse par la moitié du carré des vitesses, en quantité égale au travail.

En combinant l'*espace* et la *force* on arrive au kilogrammètre, et en combinant la *vitesse* avec la *masse* d'un corps, on exprime, sous une autre forme, le résultat de l'action des forces.

La mécanique et la physique n'emploient pas d'autre unité relative aux *mouvements propres des corps.*

Avant de quitter ce sujet, si riche en développements de toute nature, je tiens à faire saisir d'une façon irréfragable cette vérité : en *physique expérimentale,* à part ce qui se passe au dedans de nous-mêmes, nous n'observons et ne mesurons que des *corps en mouvement.*

C'est là l'essence unique de *tout phénomène ;* sortir de ce cadre précis serait commettre une *grosse erreur de méthode.*

Voici un exemple qui fera bien saisir ma pensée:

Je montre à un physicien une *pierre scellée dans un mur,* qui fait partie intégrante du mur et se trouve emboîtée dans son alvéole de ciment.

Je demande au physicien le *poids de cette pierre.*

Il ne s'agit pas ici de *calcul,* mais d'*observation.*

Le physicien *sera obligé* de détacher la pierre du mur, de placer cette pierre sur la balance et en ajoutant ou en ôtant des poids, il *annulera* les mouvements d'oscillation *nécessaires à toute pesée exacte.*

Il observe par conséquent le *mouvement de la pierre* rendue libre, sous l'action de forces qu'il cherche à rendre de plus en plus égales au poids de la pierre mais dirigées en sens inverse.

Lorsqu'après quelques tâtonnements il constate que les mouvements de la pierre sont *presque nuls,* il affirme que de l'*immobilité* relative de cette pierre il est en droit de déduire que les *deux forces sont égales et de signe contraire.*

Dans ce cas l'*absence de mouvement,* succédant à un mouvement visible antérieur, est le *signal mécanique* qui autorise la mesure du poids de la pierre par les indications numériques de la balance.

Si la pierre était placée sur une balance calée, la mesure de son poids serait aussi impossible que scellée dans le mur.

Par conséquent il résulte de ce fait, renouvelé à chaque emploi de la balance, que la *mesure des forces* se

fait toujours par la *mesure du travail qu'elles accomplissent* lorsqu'on rend l'espace sur lequel elles agissent infiniment petit.

Un physicien qui verrait pour la première fois la balance *parfaitement immobile,* et n'aurait pas assisté aux débuts de la pesée, ne pourrait point affirmer *avec certitude* que l'action de la pesanteur sur le corps pesé est correctement exprimée par les poids placés sur le plateau opposé.

En imprimant au contraire une légère oscillation au fléau, il se rendra de suite compte que la mesure faite du poids cherché est bonne et valable.

Cet exemple prouve donc que le *mouvement observé* pouvant avoir plusieurs valeurs, de signe contraire, le repos, dans le cas spécial de la mesure des forces, correspond à un *mouvement de valeur zéro* et non pas à l'*absence de mouvement* dans le sens strict.

L'observation qui précède a un caractère absolument général en physique.

Nous profitons de cet exposé, qui touche à un point vital de la physique, pour montrer ce qu'il advient de ces phénomènes mécaniques et de leur mesure lorsqu'on *les mutile* en leur retranchant systématiquement la notion de *vitesse dans l'espace* et la notion de *travail mécanique.*

Je reviens à la statue de Condillac déjà considérée au début de cette analyse, l'observateur sensible n'ayant pas la jouissance du système musculaire dont il *ignore la modalité.*

Si on *appuie* sur son front avec une balle de plomb

ou si *on la lui jette* à la même place, l'*impression* perçue sera *la même,* si la durée est la même.

Donc la *force statique* d'une balle sera absolument confondue par l'observateur avec son *action dynamique,* car il est hors d'état de ne pas faire cette confusion.

La pression de la balle, *une force,* sera équivalente à la *force vive* de la même balle, terme du second degré et nullement adéquate à un terme du premier degré comme la force.

L'absence du système musculaire ne laisse plus subsister en nous que des *sensations,* tandis qu'avec les mouvements conscients, le monde extérieur se peuple aussitôt de tous les phénomènes du mouvement compris et étudiés comme il vient d'être dit.

La *physique expérimentale* a donc commencé par la *mécanique rationnelle.*

L'*astronomie* a été sa vraie conquête.

Nous avons eu déjà, comme exemple dans le chapitre précédent, la méthode scientifique appliquée en pleine connaissance de cause par Kopernik, Kepler et Newton, puis parachevée par Laplace.

Le mémorable travail de Leverrier, découvrant par le calcul une planète inconnue, est le plus splendide triomphe de la vérification synthétique d'une hypothèse scientifique.

Ayant constaté que quelques planètes n'obéissaient pas avec une rigueur absolue aux passages calculés d'après les formules en usage, Leverrier *pensa,* et ce fut là son hypothèse, qu'une *masse matérielle,* se promenant dans les espaces, occasionnait une *perturbation* dans la marche de ces planètes.

Quelle était la valeur de la masse, où se trouvait-elle ?

En faisant de nombreux calculs de réduction, Leverrier démontra que si dans le ciel, on imaginait une planète ayant environ 18 fois et demie la masse de la terre et une orbite 30 fois plus grande, on *supprimerait toutes les irrégularités constatées*.

Il dit aux astronomes : Cherchez dans le ciel, vers telle constellation, et vous trouverez !

Dans cette affirmation magistrale, Leverrier avait le ton de la certitude ; il ordonnait à la Nature de placer à cet endroit précis l'astre qui devait annuler les écarts anormaux.

On braqua les télescopes et la planète Neptune obéit à l'ordre : elle fut découverte presque simultanément par plusieurs astronomes.

Telle est donc la vraie marche à *suivre en physique :* tout ramener à l'étude du *mouvement de la matière* et *à ses lois*.

Concevoir un système simple, représentant les corps observés et les causes du mouvement, déduire de ces éléments les conséquences qui s'en dégagent logiquement, puis comparer par de nouvelles expériences les résultats obtenus par l'hypothèse avec ceux de l'observation directe.

Voyons d'une façon sommaire comment ce programme a été suivi et quels résultats généraux essentiels il a permis d'affirmer.

Un des premiers chapitres qui a fait l'objet des études des physiciens concerne la *constitution des corps*.

On sait que les corps se présentent généralement sous trois formes : *solides, liquides, gazeux*.

Comment peut-on expliquer et généraliser ces phénomènes de changement d'état qui ne modifient le plus souvent que l'apparence extérieure du corps ?

Ici se place la théorie atomique et moléculaire : on admet que la plus petite particule d'un corps donné est son atome, il a une forme inconnue, sphérique, polyédrique, peu importe.

Une association d'atomes forme *une molécule,* déjà sensiblement plus grande que l'atome.

Enfin l'association d'une infinité de molécules constitue le corps lui-même.

On constate entre ces éléments, atomes d'abord, molécules ensuite, une *certaine force* qui tend à les unir, à les rapprocher : *affinité* si l'on parle des atomes, *cohésion* si l'on considère les molécules.

En séparant les molécules les unes des autres on commence par *fondre le corps.*

En séparant plus complètement encore les molécules du liquide obtenu, on obtient des vapeurs, composées d'atomes, et en séparant les corps simples réunis dans l'atome gazeux de la substance étudiée on obtient les atomes chimiques par la *dissociation* de ces vapeurs.

L'étude simultanée des conditions de la température des corps au moment des changements d'état : passage de l'état solide à l'état liquide, puis de l'état liquide à l'état gazeux, dissociation, la mesure des quantités de chaleur à fournir au corps pour opérer ces transformations, tout cet ensemble considérable de faits a constitué les chapitres les plus féconds en résultats précis.

La *théorie mécanique de la chaleur* est née de cette

étude d'ensemble; elle a pour objectif de ramener les lois de la chaleur, opérant dans un milieu défini : *les corps,* à agir d'une façon comparable aux phénomènes mécaniques étudiés dans le chapitre de la pesanteur.

La *thermodynamique* cherche à expliquer tous les phénomènes calorifiques par les *équations du mouvement* de la matière.

On tend donc à ramener le *chapitre de la chaleur* à une *annexe de l'astronomie.*

Depuis l'hypothèse du *phlogistique, matière* ou *fluide,* qui serait projeté au dehors des corps chauds selon l'ancienne thèse du siècle passé, jusqu'à la représentation que nous nous faisons aujourd'hui des phénomènes calorifiques, du feu, des causes des combustions, etc., l'esprit humain a flotté entre une foule de *croyances* des plus diverses.

Qu'il me soit permis ici de rappeler un souvenir personnel d'un de mes maîtres vénérés, qui m'accorda d'autant plus d'amitié que j'eus à le connaître intimément à l'époque la plus triste et la plus éprouvée de sa vie, je parle de l'illustre Regnault[1].

Je fus son élève à l'école Polytechnique de Paris; et les recommandations personnelles que j'apportais de Genève trouvèrent dans son cœur excellent un vif écho, je devins de suite l'ami de la maison.

[1] J'eus l'occasion de fréquenter journellement Regnault à Genève lorsqu'il habitait dans la campagne du physicien Soret, un de ses anciens élèves, pendant l'année terrible 1870-1871. C'est là qu'il apprit la dévastation totale de son laboratoire, de ses manuscrits et, nouvelle mille fois plus terrible encore, la mort de son malheureux fils, le grand peintre déjà célèbre, tombé à la bataille de Champigny.

Nous parlions sans cesse dans les entretiens familiers du dimanche, au laboratoire, ou à la promenade, des questions de physique dans lesquelles Regnault brille comme une étoile de première grandeur.

C'était en 1867-1868 au moment où les travaux des Thomson, des Clausius, Briot, Joule, Rankine, Hirn, etc., sortaient de la sphère encore limitée des érudits, pour envahir les études générales dans les universités.

On sait que Regnault a consacré sa vie à fixer, par des expériences d'une scrupuleuse exactitude et qui resteront des modèles du genre, les éléments numériques concernant surtout les phénomènes calorifiques.

C'est lui qui a en particulier observé avec le plus de soin les variations des *tensions des vapeurs* de presque tous les liquides connus *avec la température.*

Il a déterminé les *chaleurs spécifiques.*

Il a numériquement établi la valeur des *chaleurs latentes* de vaporisation etc., etc.

Pour chacun de ces chapitres, il a cherché, par les méthodes graphiques, à représenter l'*ensemble des observations,* puis il a donné une *formule empirique* à plusieurs termes qui est l'*expression analytique* de ces courbes fournies directement par l'*expérience.*

En se servant des deux axes coordonnés, on connaît des méthodes précises qui permettent de remplacer à volonté une courbe tracée par une équation qui la représente avec autant d'exactitude qu'on le désire.

Or, il est arrivé ceci à Regnault, c'est qu'en faisant très rigoureusement le tracé de ces courbes fournies par des expériences irréprochables, il n'a vérifié com-

plètement aucune loi déduite rationnellement de la théorie connue *à l'époque.*

Ni la loi de Mariotte et Gay-Lussac, ni la loi de Dulong et Petit sur les chaleurs spécifiques, ni les *lois simples* qu'on attendait du rapport des tensions des vapeurs simples et des températures correspondantes, aucune de ces lois et de ces prévisions ne s'est confirmée exactement.

Partout des écarts, partout des nuages, des désaccords.

Regnault était un ami si intime de la vérité numérique, poussée jusqu'à la troisième et quatrième décimale, que les écarts constatés étaient *monstrueux pour lui !*

Il aurait véritablement *souffert,* si ses collègues et le mouvement scientifique eussent accepté ces théories comme *probables* en face des *objections expérimentales* qu'il leur opposait.

Il s'est passé alors dans l'esprit de Regnault un phénomène très intéressant à suivre pour l'histoire de la science :

Alors que dans sa jeunesse, il avait illustré la *chimie* par son travail sur les *substitutions,* travail tout rempli de *vues théoriques générales,* il transforma son point de vue lorsqu'il passa aux observations rigoureuses de physique et qu'il constata à chaque pas les *écarts* entre les conséquences logiques des diverses théories et ses propres expériences ; il *prit en grippe* les vues théoriques ; aucune n'a de *bases certaines,* dit-il, elles flottent, elles varient, elles se modifient comme les brumes d'automne !

Regnault lance des sarcasmes contre les théoriciens qui prétendent régler la nature depuis leur pupitre et avec leur plume !

« Qu'ils observent d'abord et avant tout, » me répétait-il sans cesse.

J'écoutais mon cher maître avec une oreille inquiète, car à la même époque je travaillais aussi chez un autre grand meneur de la pensée scientifique, l'illustre Ad. Würtz, qui a le plus contribué à l'adoption en France de la théorie atomique.

M. Würtz, qui m'aimait comme un fils et pour lequel je conserverai toute ma vie une reconnaissance sans bornes, était fanatique de théorie et ne travaillait que pour *vérifier* ses hypothèses scientifiques.

Dans le laboratoire de Regnault je voyais des *expériences* d'une précision absolue, qui paraissaient dans l'esprit du savant être le *but* de ses peines ; dans celui de Würtz je voyais *des expériences* qui sûrement n'étaient qu'un *moyen,* un intermédiaire nécessaire pour vérifier des *théories* et des hypothèses.

Je dois dire que mon *penchant naturel,* instinctif, est complètement orienté *vers la théorie,* donc à l'époque, je me lançais du côté de la thermodynamique qui me paraissait la science la plus captivante par la richesse et la sécurité relative de ses méthodes, ainsi que par la fécondité remarquable de ses applications pratiques.

Regnault s'en alarmait sérieusement et me dit un jour : « Voyez-vous, mon cher ami, avec la théorie on « n'aboutit à rien, on en change comme de chemise, « un jour c'est ça, le lendemain c'est autre chose. »

« Pour vérifier une théorie, le physicien est obligé « de donner un croc-en-jambe à toutes ses observa- « tions (*sic*) ou bien il n'y croit plus ! »

« Laissez donc les billevesées à ceux qui n'ont rien « de mieux à faire et ont du temps à perdre ; pour vous, « faites des observations, ne sortez pas de là, c'est le « seul terrain solide que le temps respectera et qui est « une surface d'évolutions bien suffisante pour l'activité « d'un homme de science ! »

Tel est le sens réel des exhortations amicales de Regnault.

Pendant l'*année terrible* je donnai à cet ami le chagrin de lui prouver que ses conseils n'étaient pas suivis !

Je lui exposai le plan d'appareils destinés à liquéfier les *gaz permanents,* je lui racontai mes vues sur les mouvements calorifiques et plus d'une fois un léger haussement d'épaules, bien affectueux du reste, fut sa seule réponse.

Mais voyez l'enchaînement des faits :

A la fin de 1877, après avoir eu de nombreuses difficultés expérimentales et financières à surmonter pour posséder un appareil réalisant d'une façon suffisante les prévisions théoriques, j'eus le grand bonheur de pouvoir liquéfier l'*oxygène.*

Le même jour, à l'académie des sciences, on décachetait un pli de M. Cailletet, lequel avait, par une autre voie expérimentale, observé le même fait.

La presse s'occupa de la question et quelques auteurs d'articles de faits divers, faisant du *chauvinisme,* essayèrent de prétendre que j'avais surpris les moyens de M. Cailletet pour lui dérober son travail.

M. Regnault ayant lu ces articles, fut si indigné, et son affection fut si violemment froissée que, tout malade, perclus de douleurs et à la veille de sa mort, il se fit porter à l'Institut et y prit de sa chaise longue la parole pour la dernière fois.

Il rappela qu'en 1870 il avait été déjà mis par moi au courant de mes projets et eut la générosité de me louer de n'avoir pas suivi à la lettre ses avis.

Il proclama alors hautement que les résultats obtenus avaient été prévus et calculés et n'étaient point le résultat fortuit d'observations accidentelles.

Inutile de dire qu'une bonne et solide amitié m'a uni dès lors à M. Cailletet, lequel, *avant moi,* avait obtenu la liquéfaction vésiculaire de l'oxygène.

Il avait cru devoir tenir sous pli cacheté ce résultat pour ne pas influencer d'une façon trop apparente son élection à l'Institut qui se discutait au même moment.

Quelques années plus tard, ayant repris les équations générales du mouvement pour les appliquer avec toute la rigueur possible à l'étude des lois de la tension des vapeurs d'eau en fonction des températures, je trouvai la forme intégrée et la formule numérique qui en était la conséquence directe.

Je ne fis alors que quelques vérifications entre —10° et + 200°, qui toutes étaient satisfaisantes.

M. Boch, Directeur de l'Institut international des poids et mesures de Breteuil, reprit la question et employa mon équation en lui faisant subir un changement qui la rendait plus pratique, et facilitait son emploi pour les calculs.

M. Boch a publié dans le recueil des Mémoires de l'Institut international un long mémoire sur la question, il conclut en disant :

« La formule de M. Pictet appliquée à la vapeur « d'eau donne des résultats plus concordants avec les « expériences de Regnault, que les *trois formules em-* « *piriques* données par ce physicien pour représenter « entre — 30° et + 200° les tensions de ces vapeurs. »

Voilà donc Regnault qui, dans ses longues recherches, a établi les éléments d'observations devant servir plus tard à proclamer vraies les théories qui le gênaient, dont il craignait l'influence pertubatrice en soulignant le « croc-en-jambe » qu'elles réclament pour rester intactes !

Quel regret j'éprouve de ne plus pouvoir serrer dans les miennes la main de ce vénérable vieillard qui serait si heureux de voir ses observations occuper la vraie place qu'au fond de son âme il leur avait assignée !

En dehors du chapitre de la *chaleur,* la physique s'est élargie considérablement par l'étude des phénomènes *électriques, magnétiques,* par tout ce qui concerne l'*optique*.

Pour rester d'accord avec l'idée fondamentale que nous poursuivons dans ce travail, il va sans dire que nous faisons rentrer dans la *physique expérimentale générale* toute la *chimie,* la *physiologie* et la *biologie,* en un mot tout ce qui est susceptible d'être observé comme *phénomène naturel du mouvement.*

Partout, chacune de ces sciences sœurs se côtoient

sans cesse et enchevêtrent leurs lois au sein du canevas ténu des mouvements de la matière, partout, la même méthode scientifique sera employée, religieusement suivie.

Elle marque le *seul* et *unique chemin* conduisant l'esprit humain du *connu* à l'*inconnu* pour arriver après de grands efforts à arracher à la Nature ses secrets.

C'est ainsi que peu à peu, et toujours incomplète, la vérité sort lentement et à pas comptés de son puits !

Dans le chapitre suivant nous préciserons les grandes lignes des résultats actuels de la physique contemporaine.

Cet examen des étapes franchies, la constatation des notions acquises, nous permettront d'aborder la critique des systèmes philosophiques qui ont pour but exclusif l'explication totale de l'univers tel il nous apparaît, et de l'*homme* spécialement.

Nous connaissons maintenant le *but du voyage* et la *boussole* qui guide le pilote.

CHAPITRE VI

LES ENTITÉS RÉELLES DE LA PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

Considérations générales.

Tout se ramène en *physique expérimentale*, comme nous l'avons déjà dit en appuyant sur ce point, à l'étude des mouvements de la matière et des corps avec lesquels nous sommes en contact, ainsi qu'à la recherche rationnelle des *causes simples* de ces mouvements.

Il est clair que nous ne nous occuperons pas ici de toutes les lois spéciales de chaque branche de la physique, mais seulement des grandes lignes de cette immense étude, pour condenser d'une façon utile et pratique les conséquences formelles qu'on peut admettre comme acceptées aujourd'hui.

Voici comment nous allons aborder la question :

1° Il y a des *corps en mouvèment ;* quels sont ces *corps ?*

Comment pouvons-nous nous les représenter, de combien d'espèces sont-ils, etc., etc.; ce sont les *vraies entités.*

2° Il y a des *causes de mouvement,* quelles sont ces *forces, leur origine, leur puissance ?*

Ce sont les *entités rationnelles.*

3° L'homme est-il *identique* aux corps examinés au n° 1 et ne possède-t-il que les forces du n° 2, *ou bien a-t-il des propriétés qui lui donnent un rang spécial en physique expérimentale ?*

C'est bien là le programme utile, celui dont nous ne voulons pas nous écarter en suivant scrupuleusement la méthode scientifique dont nous avons rappelé les procédés.

Astronomie et pesanteur.

Nous savons déjà que pour nous le mot *corps* ou *matière,* doit impliquer nécessairement le caractère de l'*inertie,* pour qu'il puisse y avoir conflit avec notre système musculaire en activité.

La loi de la chute des corps, déduite de l'observation des phénomènes de la pesanteur, nous permet d'admettre que tous les corps chimiques au nombre de 73

connus et cités par l' « Annuaire des Longitudes de 1893 » sont formés du *même élément primordial* qu'on pourrait appeler sans erreur, *la matière,* par opposition aux corps simples et composés ayant chacun leur nom de famille.

Tous ces corps sont soumis à la *loi de Newton* et à la *gravitation.*

Pour chacun l'*inertie* est proportionnelle au *poids.*

Ainsi, dans l'étude de la *pesanteur* et pour toute l'*astronomie,* la réponse catégorique à la question n° 1 est celle-ci :

A. Nous ne connaissons comme *corps se mouvant,* en ce qui concerne les phénomènes de l'*astronomie* et de la *pesanteur,* que la seule *matière pondérable,* caractérisée par la propriété suivante : quelle que soit la forme sous laquelle elle se présente à nous, son inertie est toujours proportionnelle à son poids.

La *matière pondérable,* voilà donc la première *entité* bien constatée dans la *physique expérimentale,* réduite à l'*astronomie* et à la *pesanteur.*

Avant de passer à l'examen des *forces,* ou des entités rationnelles, continuons dans les autres branches de la physique, l'investigation commencée sur les entités réelles.

Chaleur.

Dans l'étude des phénomènes calorifiques on constate le *mouvement de la matière pondérable.*

Les dilatations, la fusion, la vaporisation mettent en mouvement des *corps pesants.*

En étudiant les *vapeurs* et les *gaz,* la compressibilité des gaz et la condensation des vapeurs, on voit la théorie enseignée aujourd'hui se vérifier très exactement.

En particulier l'*échauffement des gaz par la compression mécanique* a été une des démonstrations les plus claires et les plus saisissantes de l'*équivalence de la chaleur* avec le *travail mécanique.*

Elle a fait complètement rejeter la théorie du *phlogistique,* qui sans cela nous aurait amenés à admettre ce *nouveau corps :* le phlogistique, à côté de la matière pondérable.

L'hypothèse des mouvements de la matière explique d'une façon plus simple tous les phénomènes calorifiques observés dans les corps, aussi rejette-t-on le *phlogistique,* on ne le considère plus que comme une conception de l'esprit ou de l'imagination, lui refusant toute existence réelle.

Nous n'examinerons que plus loin la signification des termes employés en thermodynamique, *chaleur spécifique, chaleur latente, température,* etc.; ils correspondent en effet à l'introduction dans les corps, des *forces* agissant pour provoquer les mouvements calorifiques spéciaux.

L'étude de la chaleur nous met cependant en contact avec des phénomènes qui se distinguent nettement de ceux de la *pesanteur* et ouvrent des horizons nouveaux : c'est le *rayonnement* de la *chaleur*.

Rayonnement.

Nous recevons du soleil, au travers d'immenses espaces *vides de toute matière pondérable,* la chaleur de ses rayons.

Voilà un fait irréfutable.

Quel est donc le *véhicule* de cette chaleur ?

Pour que l'*énergie* du soleil nous soit apportée, un corps intermédiaire doit être le messager.

Nous sommes obligés de tirer cette conclusion tout comme d'admettre le passage de la chaleur au travers des trente-huit millions de lieues qui nous séparent de l'astre, dont émane cette chaleur que nous percevons directement en nous chauffant au soleil comme Diogène.

Ce corps intermédiaire occupe les espaces où cir-

culent les planètes de notre système solaire. Les rapports nombreux de la chaleur avec la lumière, nous font admettre qu'il envahit la totalité de l'étendue jusqu'aux confins les plus reculés où brillent les dernières étoiles fixes.

Puisque ce corps laisse circuler librement toutes les planètes avec des résistances presque nulles et à peine perceptibles après plusieurs siècles, il doit avoir une *inertie bien faible.*

On sait en effet que la terre et les autres planètes sont animées de vitesses de translation gigantesques, bien supérieures à celles des boulets de canon.

Par contre l'inertie n'est *pas nulle,* puisque la *chaleur* est l'équivalent du *travail mécanique* et qu'elle se sert forcément de l'inertie du *corps inconnu* pour transporter la *force vive* calorifique du soleil à la terre.

Donc, si nos muscles ne peuvent en aucun cas *rencontrer* ni *sentir l'inertie* de ce *corps hypothétique,* nous sommes fondés, par des constatations latérales et indirectes, d'admettre que nous pourrions dans certaines conditions de grande rapidité de déplacement, percevoir peut-être cette inertie, quoique faiblement.

Il suffit que l'inertie d'un corps ne soit pas *absolument nulle* pour que nous le fassions de suite rentrer dans le domaine de la réalité.

Nous pourrons, par cet enchaînement de faits, appeler *éther* n° 1 ce corps hypothétique, transmettant les ondes calorifiques du soleil à la terre et aux autres planètes.

Tant valent nos raisonnements, tant vaut notre croyance *en la réalité* de l'éther n° 1.

La chaleur rayonnante ne traverse pas seulement les espaces sidéraux en compagnie des rayons lumineux.

Une expérience classique, faite à Genève en 1790 par mon grand oncle Marc Auguste Pictet[1], prouve que la chaleur rayonnante traverse l'air sans l'échauffer et même un morceau de glace transparente.

En mettant à une grande distance l'un de l'autre deux miroirs de cuivre poli, ayant la forme de paraboles de révolution très exactes, de telle sorte que les deux concavités se regardent et que les axes des paraboles soient sur une même droite, on peut allumer un feu d'artifice au foyer d'un de ces miroirs si l'on place au foyer de l'autre miroir un corps en ignition, des charbons allumés ou une sphère de métal rougie.

Les ondes calorifiques émanant du corps chaud, placé au foyer du premier miroir, sont lancées dans toutes les directions, elles sont réfléchies suivant les lois des corps élastiques par la surface polie de ce premier miroir et, formant un faisceau de rayons parallèles, viennent frapper la surface polie du second miroir.

Cette seconde réflexion fait converger tous les rayons au même point, *au foyer,* où se trouve le feu d'artifice.

Après un instant d'exposition, la température de la mèche s'élève suffisamment pour permettre son inflammation spontanée.

Entre les deux miroirs, une distance de 10, 20, 100

[1] *Essai sur Le Feu, par Marc-Auguste Pictet,* Professeur de Philosophie et Membre de la Société pour l'avancement des Arts à Genève, 1790.

mètres et même plus peut exister et l'inflammation a lieu sans difficulté, si les miroirs sont bien construits et placés selon les règles.

La température de l'air ne s'est pas modifiée pendant cette expérience d'une façon appréciable.

On peut compliquer cette expérience en plaçant une lame de glace transparente entre les deux miroirs, ce qui garantit la constance de la température *du milieu* traversé par les ondes calorifiques ; on sait que cette température, même en été, ne peut pas s'élever au-dessus de 0° ; l'inflammation a lieu comme précédemment.

En mettant au foyer du premier miroir un corps chaud dont la température est au-dessous de 500°, il n'émet aucune lumière visible ; le rayonnement de la *chaleur obscure* peut seul se produire et les mêmes phénomènes s'observent comme précédemment sans aucune altération sensible.

Il n'est pas possible de déterminer expérimentalement, par des mesures directes, la vitesse de propagation des ondes calorifiques, car nous n'avons pas d'organe ni d'appareil qui nous permettent de constater, sans perte de temps, les manifestations d'un rayon de chaleur obscure.

La chaleur apportée par les premières ondes doit s'augmenter *sensiblement* par l'effet des ondes subséquentes pour permettre à l'élévation de température qui en résulte de produire des effets mesurables ou même constatables.

Il se produit dans tous ces cas une sorte de *charge*, où les quantités de chaleur apportées par les ondulations de l'éther et la *capacité* calorifique du récepteur

sensible forment les termes essentiels, indépendants de la vitesse absolue de transmission.

Nous verrons par les analogies très puissantes qui se dégagent de l'étude parallèle de l'optique et de l'électricité, que nous sommes en droit d'admettre pour les ondulations calorifiques de l'éther n° 1 une vitesse de propagation de 300,000 kilomètres par seconde.

Cette vitesse vertigineuse, si on la compare à celle du son dans l'air, 330 mètres, prouve que l'inertie de ce corps au déplacement est *très faible,* sans rapport avec l'inertie de la matière pondérable.

Pour la *chaleur* nous pouvons donc dire que la réponse à la question n° 1 est celle-ci :

B. L'étude de la chaleur, et spécialement de la *chaleur rayonnante,* nous met en face de deux corps très différents l'un de l'autre :

La *matière pondérable,* semblable à celle étudiée dans les phénomènes de la *gravitation* et de la *pesanteur,* et :

L'*éther* n° 1, corps hypothétique à *inertie très faible* dont on connaît imparfaitement les propriétés.

Optique.

L'optique comme la chaleur nous met en contact avec deux espèces de corps hétérogènes.

En produisant de la lumière on constate, sans exception, que le foyer qui émet de la lumière est toujours un corps composé de *matière pondérable.*

C'est tantôt une flamme, un corps fortement chauffé, l'arc voltaïque, un corps phosphorescent, une image éclairée, etc., etc.

Toujours nous trouvons la matière pondérable avec tous ses attributs.

Quant à sa *propagation,* nous observons que la *lumière,* comme la chaleur, traverse les espaces interplanétaires et la grande étendue qui nous sépare des étoiles fixes.

Nous constatons aussi qu'elle traverse certains corps dits transparents et y subit, suivant la forme de ces corps, des phénomènes de *déviation spéciale* appelés phénomènes de *réfraction* et de *dispersion.*

On a longtemps cru à l'émission par les corps lumineux d'une matière très ténue, analogue au phlogistique, mais l'existence des *interférences,* c'est-à-dire la possibilité de faire de l'*obscurité* avec deux rayons de lumière, a tué cette hypothèse, car deux quantités d'un corps quelconque ajoutées ensemble *ne s'annuleront jamais,* mais feront toujours et dans tous les cas, une quantité double du corps.

De plus, les phénomènes de polarisation, puis la mesure directe des *longueurs d'onde* de la lumière ont assis sur des bases expérimentales solides, la théorie des ondulations de la lumière.

Qui dit *ondulations* dit que *quelque chose ondule.*

Nous appellerons *éther* n° 2 le corps hypothétique qui transmet les vibrations lumineuses du soleil, des étoiles, des flammes, etc., etc.

L'*éther* n° 2 doit remplir aussi toutes les étendues

du ciel et pénétrer les *corps transparents,* ceux qui permettent aux rayons lumineux de les traverser.

L'effet de *déviation* produit sur le rayon lumineux dans les prismes, permettra de suivre l'influence de la matière pondérable dont les prismes sont faits sur l'éther n° 2 qui le pénètre.

L'œil étant un instrument qui perçoit sans perte de temps appréciable l'influence des rayons lumineux qui atteignent sa rétine, on a pu faire la mesure directe de la vitesse de propagation de la lumière dans l'*éther* n° 2.

On a trouvé par plusieurs procédés, les uns astronomiques, les autres immédiats, que les ondes lumineuses cheminent dans l'éther n° 2 avec une vitesse de 300,000 kilomètres par seconde environ.

En faisant avec la *chaleur rayonnante* des expériences sur la réfraction des rayons au travers de prismes transparents de *sel gemme,* corps qui n'absorbe presque pas la chaleur obscure, on a constaté que les lois de la réfraction de la chaleur sont les mêmes que celles qui se rapportent à la lumière.

Ces analogies et le fait de l'absolu parallélisme de marche des rayons lumineux avec les rayons calorifiques, permettent de considérer l'éther n° 1 et l'éther n° 2 comme ayant les mêmes propriétés, et n'étant qu'un seul et même corps.

Les réponses à la question 1° seront donc, pour les phénomènes d'optique, celles-ci :

C. L'*optique* nous oblige à admettre soit l'existence de la matière pondérable et de ses mouvements, ainsi que d'un corps : l'*éther* n° 2, qui diffère de la matière pondérable par la faiblesse de *son inertie.*

De plus, il paraît très probable que l'éther n° 1 et l'éther n° 2, permettant aux ondulations de la chaleur rayonnante et de la lumière de s'y propager, ne sont qu'un seul corps que nous dénommerons simplement l'*éther*.

Electricité et magnétisme.

Les phénomènes électriques et magnétiques sont si étroitement liés, il faut les étudier ensemble et simultanément dans toutes leurs manifestations.

Le célèbre Ampère, par ses travaux théoriques et expérimentaux sur les solénoïdes et les aimants et par ses observations sur les lois des actions réciproques des courants les uns sur les autres, a jeté un si grand nombre d'anastomoses entre ces deux grands chapitres de la physique, qu'on ne peut plus les diviser et en faire deux champs d'investigations séparés.

Tous les phénomènes de la *conductibilité des corps* pour les courants électriques, les *corps diélectriques* et leurs propriétés, nous mettent constamment en contact avec la *matière pondérable* qui est profondément engagée dans la constatation des effets de l'*électricité*.

Il est certain que la présence de la *matière pondérable* est un facteur nécessaire à la production des phé-

nomènes électriques perceptibles par nos sens et observables.

Les *piles électriques,* source du courant galvanique, les *nuages d'orage,* source apparente des éclairs et du tonnerre ou de ce que l'on appelle électricité atmosphérique, les *machines électriques,* source de ces brillantes étincelles qui jaillissent des conducteurs isolés sur des pieds de verre, les *bobines Rhumkorff,* ainsi nommées du nom de leur premier inventeur, et dont on obtient ces fulgurantes décharges capables de percer les plus gros blocs de verre par la production puissante de courants d'induction, tous ces nuages, piles, machines, bobines d'induction, bouteilles de Leyde et condensateurs, sont invariablement construits avec des corps issus de la matière pondérable.

Mais l'*électricité* elle-même, qu'est-elle ?

Pendant longtemps on a soutenu pour elle, comme pour la chaleur et la lumière, qu'elle était un *fluide de matière impondérable* émanant des corps électrisés.

Le *fluide électrique,* suivant ces anciennes hypothèses, serait projeté des corps électrisés comme le phlogistique était chassé au dehors des corps en ignition.

On avait même dû admettre pour l'électricité *deux fluides* différents, l'un, le *fluide positif,* l'autre, le *fluide négatif* opposé au premier, de telle sorte que si on venait à les réunir en *quantités égales,* de même que deux forces égales et de signe contraire annulent immédiatement leurs effets, ces deux fluides réunis devenaient incapables de manifester aucun phénomène électrique spécial.

Par cette explication on appelait *fluide neutre* le

fluide électrique résultant de la somme en quantités égales des deux fluides électriques : *positif* et *négatif*.

Malgré la science contemporaine, on constate encore aujourd'hui que la majeure partie des traités de physique, servant à l'enseignement, soutiennent cette théorie sans la donner comme l'*expression des faits,* mais en l'utilisant comme *très commode* pour l'explication facile de l'ensemble des phénomènes, notamment de ceux qui concernent les *décharges des capacités électriques*.

D'après cette théorie des deux fluides électriques, les deux *matières impondérables* seraient l'*éther* n° 3 et l'*éther* n° 4, si nous continuons de désigner par un numéro d'ordre toutes ces substances impondérables que l'étude des phénomènes naturels nous fait supposer ou admettre.

On sait que les actions différentes, exercées sur une petite boule de liège, délicatement suspendue à un fil de soie, par un bâton de résine ou une baguette de verre, toutes deux frottées sur une peau de chat, ont été les *premiers faits* connus en électricité statique dès qu'elle a été scientifiquement étudiée.

Dans l'antiquité, on avait seulement connu l'attraction de l'ambre (ἤλεκτρον) frotté pour les petites poussières ou les légers objets qui s'attachaient spontanément à la surface de ce corps ; de là le nom d'*électricité,* conservé depuis lors en science, pour désigner toute la série des phénomènes observés, découlant d'une façon rigoureusement suivie de cette première constatation.

Lorsqu'on a poussé plus avant l'étude de l'électricité, le fluide unique primitivement admis s'est *dé-*

doublé et a donné naissance, par un premier résultat en apparence contraire à la bonne marche de la science, à une *complication* au lieu d'une *simplification*.

La constatation des faits étant la première condition, il faut avant tout posséder toutes les observations spéciales et se garder de généraliser trop tôt avant d'avoir un ensemble de documents susceptibles de guider le physicien dans un travail synthétique bien fait.

De même, en chimie, les analyses ont fait découvrir successivement une foule de corps simples inconnus; quelques-uns cependant, comme le *gallium,* n'ont été trouvés que grâce à des vues générales faisant prévoir une *lacune* dans une famille de corps groupés suivant l'ordre de leurs poids atomiques.

M. Lecoq de Boisbaudran a été amené à dégager le gallium contenu en très petites portions dans des roches où personne ne le soupçonnait, par des calculs de précision qui rappellent, avec un degré de probabilité moindre, les méthodes de Leverrier pour la découverte de la planète Neptune.

Il m'a souvent exposé les longues méditations qui l'ont conduit à *vouloir combler cette lacune*.

Les expériences couronnées de succès ont prouvé qu'il avait vu juste; la constatation du gallium, corps élémentaire nouveau, est devenue une preuve de plus de l'unité de la matière dans ses diverses manifestations tangibles.

Les récents travaux du professeur Hertz de Bonn sur la propagation des phénomènes électriques, travaux repris et complétés par MM. Sarasin et de la Rive, de Genève, Blondelot, de Nancy, etc., ont mo-

difié profondément toutes les idées courantes sur l'électricité.

En confirmant d'une façon magistrale les idées théoriques de Maxwell, M. Hertz a démontré que la propagation des phénomènes électriques se fait par un système d'ondulations de l'éther, de ce même éther qui sert déjà de base à l'explication des phénomènes de la chaleur et de la lumière.

La longueur des ondulations de l'éther est seulement pour les phénomènes électriques *plusieurs millions de fois plus grande* que pour la lumière.

Si nous avions un *œil électrique,* cet organe pourrait voir les phénomènes électriques avec la même netteté que nous discernons les *couleurs*.

M. Hertz fait jaillir des étincelles entre deux sphères, les décharges qui s'établissent par le fonctionnement d'une forte bobine de Rhumkorff mise en communication avec ces deux sphères, jettent au dehors une série de vagues électriques ou d'ondulations.

En recevant ces ondes sur un miroir on les réfléchit.

Un système d'ondes allant en sens inverse des premières rencontre les ondes *arrivantes* sortant du *primaire*.

On appelle primaire l'ensemble des deux sphères qui font jaillir entre elles ces étincelles initiales, cause des phénomènes étudiés.

Ces deux systèmes d'ondes *interfèrent* d'après les lois connues en semblable cas.

Entre le *miroir* et le *primaire* on devra donc constater les interférences négatives et les positives.

En introduisant dans cette région un conducteur cir-

culaire soumis à l'action de ces vagues électriques, on constate que dans les *ventres* ou interférences positives, place élective où les phénomènes ondulatoires sont exaltés, il jaillit des étincelles assez lumineuses entre les pointes fixes qui terminent le conducteur secondaire.

Le conducteur, que l'on peut promener sur un chariot et déplacer à volonté entre le miroir et le primaire, est composé d'un cercle de cuivre de 30, 40 ou 70 centimètres de diamètre et même plus.

Le cercle est coupé et les deux extrémités de cet arc circulaire reçoivent deux pointes qui se font face.

Au moyen d'une vis micrométrique, on peut diminuer jusqu'au contact l'espace qui sépare les deux pointes.

Il est donc aisé de mesurer la longueur des étincelles qui jaillissent aux différentes places qu'occupe le conducteur secondaire (appelé *résonnateur* par les savants physiciens genevois), dans l'espace compris entre le miroir et le primaire.

Ainsi que M. Hertz l'a annoncé le premier, on constate que les *nœuds* et les *ventres* sont disposés en série, équidistants les uns des autres.

Leur distance permet de mesurer la longueur de l'onde électrique émanant du primaire.

Avec un appareil colossal, construit à la fin de l'année 1892 par MM. Sarasin[1] et de la Rive et au moyen d'un miroir plan en zinc, ayant 16 mètres de longueur sur 8 de hauteur, ces physiciens ont constaté des longueurs d'onde de 12 mètres, 8 mètres, 6 mètres, etc., etc.

[1] Lire les mémoires originaux parus dans les Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève.

Ils ont prouvé de plus que la propagation des ondulations électriques dans les fils de cuivre, de fer, ou dans l'air, était égale à environ 300,000 kilomètres à la seconde.

M. Blondelot à Nancy et M. Hertz lui-même, dans la dernière série de ses expériences, ont trouvé et mesuré des vitesses de propagation identiques.

Ainsi, d'après la théorie de Maxwell, confirmée expérimentalement par Hertz, la propagation des phénomènes électriques ne serait due qu'à un mouvement ondulatoire de l'éther; les deux espèces d'électricité acceptées autrefois, correspondraient aux deux extrémités du mouvement vibratoire, si l'on peut se servir de cette expression, en donnant au *creux de la vague* et à son sommet une signification mécanique et une valeur égale, mais de signe contraire.

Les publications récentes sur les travaux de premier ordre que nous venons de rappeler, nous dispensent de nous étendre sur ce sujet, un des chapitres, du reste, les plus importants et les plus modernes de la physique contemporaine.

Les phénomènes électriques *de la foudre,* c'est-à-dire tout ce qui touche à l'électricité atmosphérique, ceux que l'on peut produire avec les *bobines de Rhumkorff,* au moyen de l'*induction* ou avec les appareils dénommés *machines électriques,* ceux qui dépendent des courants produits par la *pile chimique* ou par les machines *dynamo-électriques* n'ont rien révélé qui force aujourd'hui les physiciens à conserver les deux *fluides électriques* comme des entités nécessaires.

Les lois de l'ensemble des phénomènes dont nous parlons sont encore loin d'être connues.

On ne sait pas encore quelle est la nature intime du mouvement électrique, mais on a pu en fixer les *équivalents mécaniques* au moyen d'unités représentant pour l'électricité l'analogue de l'*espace parcouru par une force* ou de la *force vive* en mécanique.

Les termes usuels pour ces *unités* sont : les *ampères* pour les *quantités d'électricité* engagées dans un courant et les *volts* pour les forces dites forces *électromotrices*.

Le produit des *ampères* par les *volts* correspondant au courant à mesurer, exprime les *kilogrammètres* équivalents au courant total.

On a reconnu, de plus, qu'un courant, dont la quantité d'électricité devient très faible, mais la tension en volts atteint des valeurs considérables, produit tous les effets de l'*électricité statique,* longtemps mise à part comme une espèce différente de celle des courants voltaïques.

Quant au magnétisme, comme on a pu reproduire avec les solénoïdes toutes les expériences faites avec les aimants, la théorie d'Ampère les a fait rentrer dans le commun chapitre des courants parallèles agissant sur d'autres courants voisins.

Le magnétisme n'entraîne donc pas l'obligation d'adopter un nouvel éther qui agisse particulièrement pour sa manifestation.

Au sujet des *solénoïdes* et de leur théorie, je détiens d'un témoin oculaire une anecdote bien instructive pour l'histoire de la science ; c'est à ce titre que j'introduis cette digression :

Lorsqu'Ampère, après de nombreuses années d'étude sur les courants électriques, fut arrivé à des lois très précises dont il fut complètement imprégné pour les avoir vérifiées à saturation, il s'aperçut que s'il représentait un *aimant* par un courant électrique traversant en permanence un conducteur enroulé en hélice appelé *solénoïde,* il *devait, d'après ses lois, obtenir les mêmes effets mécaniques :* le solénoïde devait attirer le fer doux, s'orienter comme une boussole, aimanter par influence l'acier, le nickel, tous les corps magnétiques.

Pour un esprit pénétrant et puissant comme celui d'Ampère, avoir conçu une hypothèse claire, précise, découlant par marche serrée de prémisses bien constatées expérimentalement, c'était l'*affirmer* avant même d'avoir fait *aucune vérification.*

Ampère, comme Leverrier plus tard, affirma donc hautement sa découverte et proclama à ses collègues de l'Institut la *réalité* de l'identification des aimants avec les solénoïdes.

L'émoi causé par cette découverte capitale fut considérable et tous les savants de Paris demandèrent à Ampère un exposé de ses théories.

Ampère accepta et ce fut, si ma mémoire me sert bien, en 1823 ou 1824 que la séance solennelle eut lieu.

On choisit l'Observatoire où un bel amphithéâtre pouvait recevoir le nombreux public érudit, convié à cette conférence.

Pour donner plus d'éclat à son exposé, Ampère commanda les instruments nécessaires aux démonstra-

tions expérimentales qui devaient clore et illustrer son discours.

Les constructeurs de physique n'ont jamais été exacts dans leurs livraisons, c'est là du reste un de leurs moindres défauts; j'en ai fréquenté un si grand nombre et je compte tant de bons amis parmi eux, que je puis bien me permettre cette boutade à leur adresse, d'autant plus qu'ils seront les premiers à en reconnaître la justesse.

Lors donc qu'Ampère arriva à l'Observatoire pour faire son cours sur les solénoïdes, le constructeur qui devait livrer ces appareils plusieurs jours auparavant, les apportait sous son bras au moment même où le public, les membres de l'Institut, les professeurs envahissaient la place.

Il était donc matériellement impossible de se livrer à aucune expérience préliminaire.

Les instruments furent déposés en silence sur la table de l'amphithéâtre et la séance commença.

Ampère fut superbe, éloquent par la puissance de sa conviction; sincère par cet enthousiasme vrai qui donne au génie du savant l'auréole véritable de l'homme inspiré.

Il avait la joie d'exposer à ses amis le résultat de ses patientes recherches, de ses longues méditations qui, par des chemins souvent ardus et hérissés de difficultés sans cesse renaissantes, l'avaient enfin conduit au port : l'explication rationnelle du magnétisme par les lois des courants galvaniques.

La démonstration fut faite au tableau noir avec une telle lucidité que tous ceux qui l'ont entendue à l'époque en gardèrent un impérissable souvenir.

L'exposé terminé, on voulut passer aux expériences, chose bien naturelle, qui n'inquiétait du reste Ampère en aucune façon.

On prit les solénoïdes apportés par le constructeur, on fit passer le courant; selon la théorie, on approcha un aimant, mais... *rien ne bougea, tout resta dans une immobilité parfaite.*

Ampère essaya de nouveau et tâtonna; pendant ce temps on chuchota d'abord dans l'auditoire, puis on murmura et au milieu de ce bruit de voix étouffées, de conversations inquiètes, le pauvre Ampère continuait à voir ses appareils aussi immobiles qu'une borne; rien n'y fait, l'expérience est entièrement manquée!

Le public s'écoule lentement hors de l'amphithéâtre pendant que, s'essuyant le front, Ampère, près de sa table, tente les derniers efforts pour forcer ses appareils à répondre; son appel désespéré est vain.

En descendant de l'Observatoire vers la Seine et en suivant le boulevard St-Michel, Ampère n'avait près de lui que son excellent assistant *M. Daniel Colladon* de Genève, de qui je tiens personnellement cette histoire.

Ampère marchait lentement, tête baissée, et les larmes lui coulaient quatre à quatre sur les joues; tellement profondes étaient sa douleur et sa confusion!

Il alla chez un ami intime et se mit à jouer aux échecs, distraction qu'il affectionnait spécialement.

Les jours suivants, M. Daniel Colladon, excellent physicien et habile mécanicien, ingénieux de ses doigts autant que par les dispositifs qu'il réalisait avec adresse

pour satisfaire aux exigences d'une recherche, s'avisa de reprendre en sous-œuvre le travail du Maître.

Dans le laboratoire du Collège de France occupé par Ampère, on avait relégué les malencontreux solénoïdes qui gisaient sur une table.

Colladon les examina, les retournant en tous sens. Il s'aperçut bien vite que leur mode de suspension était des plus défectueux; à chaque mouvement les surfaces de contact nécessaires pour maintenir les courants électriques fermés, offraient une résistance, un frottement hors de proportion avec les efforts très faibles des actions magnétiques qu'il s'agissait de démontrer.

Ce point acquis, Colladon réussit assez vite à adopter un mode de suspension tout à fait original, présentant sur le précédent un avantage inappréciable, celui de supprimer presque absolument tous les frottements.

Colladon suspendit les solénoïdes à de petits flotteurs nageant sur du mercure!

Il maintenait ainsi les contacts électriques et rendait les appareils absolument mobiles!

Aussi les solénoïdes répondirent-ils immédiatement à l'appel; on les faisait tourner à gauche et à droite avec un aimant, ils s'orientaient d'eux-mêmes comme l'aiguille d'une boussole, enfin toutes les déductions de la théorie d'Ampère se vérifiaient à la lettre en toute précision.

Il était environ 11 heures du soir lorsque Colladon réussit à mettre cette superbe expérience au point!

Tout heureux, il court chez l'ami affectueux qui soignait la peine d'Ampère avec des parties d'échecs: « Cela marche, cela va, cela fonctionne, » cria-t-il à Ampère assis devant ses pièces!

« Quoi donc ? » dit Ampère tout ahuri.

« Mais votre théorie, vos solénoïdes, les aimants, « tout cela est exact, absolument certain, démontré, « tout va comme vous l'avez dit ; venez seulement de « suite, vous verrez, c'étaient les frottements, beau- « coup trop durs les frottements, etc., etc. »

Pendant ce dialogue, entrecoupé par la joie de l'un, le ravissement de l'autre, Ampère prend son chapeau et voilà les deux physiciens courant au laboratoire.

Le portier entendant frapper à minuit ne veut pas ouvrir et se fâche : « On ne fait pas d'expériences à mi- « nuit, vous êtes de mauvais farceurs ! »

Cependant reconnaissant la voix d'Ampère, il ouvre en s'excusant.

Peu d'instants après, Ampère eut cette joie profonde et recueillie de voir la Nature donner gain de cause à son travail, à sa pensée !

Toutes les déductions logiques, tirées des lois expérimentalement étudiées, *il les imposait* à son tour à cette même Nature dans des conditions toutes nouvelles, où personne, sans ces méditations intérieures, n'aurait pu les deviner ni les découvrir !

Ampère fit preuve de génie.

Ces démonstrations étaient si éclatantes et si nettes qu'Ampère n'hésita pas à convoquer à nouveau le même public, dans le même amphithéâtre et là, après avoir repris et complété son exposé, il fit aux applaudissement frénétiques de l'assemblée la *preuve expérimentale* tant attendue et tant souhaitée, de toute sa vaste conception sur les courants électriques et le magnétisme.

Un mot encore pour finir cette page curieuse des annales de la télégraphie :

Pendant que le public enchanté s'écoulait hors de l'amphithéâtre, le Marquis de Laplace restait obstinément debout près de la porte de sortie et lorsque Daniel Colladon, passant le dernier, allait en franchir le seuil, Laplace lui barra le chemin en ouvrant les deux bras, puis le regardant bien en face :

« Jeune homme, vous n'avez pas donné le coup « de pouce ? »

Avant de passer aux autres chapitres de physique, rapprochons par quelques considérations générales les déductions que nous avons consignées comme résultant des expériences faites en chaleur, en optique et en électricité et magnétisme.

Pour ce dernier chapitre la réponse à la question n° 1 peut se formuler :

D. L'*électricité* et le *magnétisme* nous mettent en présence de phénomènes de mouvement qui exigent l'existence simultanée de :

1° La *matière pondérable,* représentant les corps *conducteurs* et les corps *diélectriques,* puis de :

2° Un *éther* qui, d'après toutes les analogies, semble devoir être le même que l'éther nécessaire en chaleur et en optique pour l'explication de la propagation de ces différentes manifestations et de ces modes de mouvements.

Reprenons maintenant ce qui concerne les *mouvements de l'éther* dans les trois chapitres que nous

venons d'examiner afin d'en constater les analogies et les différences.

Les expériences de Hertz et l'étude des spectres résultant de la réfraction de la lumière et de la chaleur vont nous servir puissamment dans ce travail d'ensemble.

On sait en effet que, non content d'avoir reproduit tous les phénomènes d'interférence avec les ondulations électriques, Hertz a également, au moyen d'un gigantesque prisme de résine, corps diélectrique, démontré la *réfraction* des *rayons électriques*.

Si aux expériences de Hertz, nous ajoutons celles de MM. Sarasin et de la Rive, qui ont démontré que la source des ondes *du primaire* émet un pinceau d'ondes électriques de toutes les longueurs d'ondes possibles, analogue à un pinceau de rayons lumineux, contenant toutes les couleurs et constituant par cet ensemble la lumière blanche, on conçoit alors d'une façon assez complète les rapports qui existent entre l'*électricité*, la *chaleur* et la *lumière*.

Ces trois modes de mouvement sont *trois formes ondulatoires* de l'*éther*.

A l'inverse de l'air atmosphérique, où toutes les ondulations sont dirigées dans le sens de la propagation, c'est-à-dire sont des ondes longitudinales, les ondulations *électriques, calorifiques* et *lumineuses* sont des ondes *transversales*.

Elles se propagent toutes les trois, conservant leur différente modalité, avec la même vitesse d'environ 300,000 kilomètres à la seconde.

Leurs différences caractéristiques résideraient dans *leur longueur absolue*.

La réfraction de ces ondes au travers des différents prismes qui les laissent passer permettrait par conséquent d'obtenir l'épanouissement d'un *immense spectre*.

Il contiendrait les trois phénomènes ondulatoires de l'éther groupés par *longueur d'onde*.

Les *grandes* et *longues ondulations* correspondraient à la propagation de l'électricité ; ensuite viendraient les *ondulations de la chaleur rayonnante*.

Les confins du spectre électrique empiètent sur le spectre calorifique.

Les extrémités des deux spectres se superposent.

En troisième lieu vient le spectre optique, dont l'infrarouge se superpose également avec la fin du spectre calorifique, et le *spectre ultra-violet* qui n'est plus visible à l'œil, termine à l'autre extrémité le grand spectre complètement développé.

Depuis les ondulations électriques ayant 10 à 20 mètres d'amplitude, jusqu'aux raies 31 et 32 de l'aluminium, qui ne mesurent plus que 0,367 de millième de millimètre, nous passerons successivement des *ondulations électriques* aux *ondulations calorifiques et électriques,* puis *calorifiques,* puis *calorifiques et lumineuses,* puis *lumineuses,* enfin *ultra-violettes,* non perceptibles à l'œil mais *photographiables*.

Pour rendre cette progression plus frappante, imaginons par la pensée un opérateur expérimentant avec un appareil de MM. Sarasin et de la Rive :

Il mesure dans un corridor obscur, *tunnel d'observation,* les étincelles brillantes, équidistantes de 12 mètres.

Admettons que cet observateur et tous ses appareils se réduisent de telle sorte que son corps et tous ses ins-

truments deviennent par une marche progressive infiniment petits, microscopiques.

Le tunnel d'observation, long de 12 mètres à l'origine, n'aura plus maintenant que *un dixième de millimètre,* ce sera l'épaisseur d'une plaque sensible de photographie.

Les ondulations de l'éther, longues de 12 mètres à l'origine, ne mesureront plus qu'une petite fraction du millimètre et correspondront aux longueurs d'ondes lumineuses.

Si le tunnel d'observation est réellement remplacé par une plaque photographique et si au grand miroir de zinc on substitue un miroir d'argent poli ou de mercure, les *étincelles* se photographieront dans l'intérieur de la plaque et laisseront une trace visible, matérielle, au sein de l'épaisseur de la couche sensible.

Donc, après la fixation de la plaque photographique, en faisant arriver de la lumière blanche sur le cliché, on *verra les couleurs réelles* sortir de la plaque, puisque les stries formées par l'action de la lumière ont exactement entre elles une distance égale à la longueur d'onde de la lumière qui est venue les provoquer au sein de l'épaisseur du collodion ou de la gélatine qui constitue cette plaque.

C'est ainsi que l'éminent physicien, M. le professeur Lippmann, de la Sorbonne, à Paris, a établi théoriquement la *photographie des couleurs* et l'a pleinement réalisée, malgré les difficultés considérables des expériences.

On voit donc, par tout ce qui précède, que la *phy-*

sique expérimentale a conquis un immense domaine de faits nouveaux et a fait faire des progrès considérables, soit à la théorie pure, soit aux sciences, en accordant créance à l'existence d'une matière appelée *éther*, dont les mouvements ondulatoires transversaux expliquent et représentent les diverses modalités observées en *électricité*, *chaleur* et *lumière*.

Rayons X de Röntgen.

Tout récemment, un professeur allemand, en étudiant les phénomènes concernant les rayons cathodiques qui émanent des tubes de Gessler, a découvert une nouvelle espèce de rayons, dont les propriétés sont excessivement remarquables.

Ces rayons ont la faculté de traverser la plupart des corps opaques et de se distinguer très nettement des rayons lumineux, calorifiques et électriques, par leur puissance de pénétration au *travers des métaux*.

Ils semblent constituer une classe à part dans les mouvements de l'éther.

Ils permettent, par exemple, de photographier sur une plaque sensible, la silhouette des os de la main, interposée entre la cathode et la plaque sensible au sel d'argent.

Les os absorbent ces rayons davantage que les muscles, la silhouette se présente ainsi en noir sur le *positif* et en blanc sur le *négatif*.

Il paraît que ces rayons se réfractent peu ou point, qu'ils traversent des épaisseurs assez fortes d'aluminium, métal excessivement bon conducteur de l'électricité et de la chaleur, mais que le plomb, le platine, l'or, les arrêtent presque complètement, même laminés en feuilles très minces.

Ces rayons ont été dénommés rayons X par le savant allemand, car leur allure déconcerte actuellement toute classification.

Il paraît qu'on obtient difficilement la réflexion diffuse de ces rayons X par les miroirs polis.

Ils excitent très visiblement la phosphorescence des sels de platine et agissent sur les sels d'argent à l'instar de la lumière.

On ne connaît encore ni la vitesse de propagation des rayons X dans les différents milieux, ni l'effet des principaux agents physiques sur la direction suivie dans l'espace par ces rayons.

On sait que l'aimant, qui agit sur les rayons cathodiques et les divise, semble sans action sur les rayons Röntgen.

Tout le bagage des connaissances actuelles concernant les rayons X est encore trop récent, trop incomplet pour que l'on puisse se prononcer.

L'auteur du premier mémoire et le père des rayons X, M. Röntgen, s'exprime avec une extrême réserve à ce sujet et émet timidement l'opinion que ces rayons pourraient être les ondulations longitudinales de l'éther,

tandis que les ondulations transversales constitueraient les rayons électriques, calorifiques, lumineux.

En somme, devant l'incertitude qui plane encore sur la question, nous ne voyons pas l'obligation d'admettre d'autres corps matériels, tenant bien de l'*éther* pour l'explication des rayons X.

Chimie.

Bien qu'en chimie on ait constaté 73 corps simples et que cette série soit probablement loin d'être épuisée, cette science toute entière se traite *sur la balance* et par le moyen *de la balance*.

De même que la pesanteur, elle ne s'occupe que de la matière pondérable.

Dans aucun cas on ne signale la réaction chimique de l'*éther*.

Le groupement des corps simples par familles et selon l'ordre croissant des poids atomiques, les variations et les ressemblances des affinités électives constatées dans les corps de chaque famille, telles sont avec les valeurs numériques des poids atomiques les raisons péremptoires qui s'associent à la loi de Newton pour faire admettre l'*unité réelle* de la *matière pondérable*.

Notre réponse à la question 1° pour les corps étudiés en chimie est donc celle-ci :

E. En chimie on n'observe et n'étudie que la *matière pondérable* sans rencontrer d'autres corps dans les réactions constatées.

Biologie.

La science qui a pour objet l'étude *de la vie,* se partage comme on sait entre deux grandes classes d'êtres à examiner et à observer : les *végétaux* et les *animaux;* d'où la *Botanique* et la *Zoologie.*

Examinons d'abord la *botanique,* qui s'occupe du domaine des plantes.

Botanique.

Chez toutes les plantes, depuis les algues primitives, dont quelques-unes se réduisent presque à une seule cellule organique et organisée, jusqu'aux marronniers et aux chênes qui sont au haut de l'échelle des végétaux, *on constate les phénomènes vitaux.*

Essayons d'abord de les préciser :

Chaque espèce de plantes est caractérisée par une *forme* qui lui appartient en propre; tous les individus qui en relèvent, portent sa marque.

Les signes caractéristiques de chaque espèce sont, il est vrai, légèrement variables; dans des limites assez restreintes le type de chaque espèce oscille et se modifie.

Il est cependant encore demeuré impossible de fixer les écarts extrêmes que peuvent affecter deux spécimens de la même espèce, car, par les *semis,* les plantes font souvent de brusques sauts qui semblent introduire dans l'espèce des caractères nouveaux et essentiels, puis ces anomalies disparaissent par l'*atavisme*.

La culture artificielle des plantes, l'influence des milieux, des terrains et des climats opèrent à la longue des transformations qui deviennent permanentes, toutefois on n'a pas encore réussi à établir artificiellement des espèces nouvelles bien spécifiées par des caractères anatomiques distincts des types originaux.

On appelle *variétés* ces genres voisins, produits de l'influence s'exerçant systématiquement sur le développement des plantes et dont l'homme est le facteur le plus important.

C'est en effet par les mille et une tentatives que les horticulteurs ont faites sur la reproduction et l'élevage des fleurs, des légumes, des fruits, que les botanistes ont recueilli le plus de documents sur la variabilité des espèces.

Il semble donc, en observant l'ensemble des plantes existant sur le globe, que les différents types, appelés

espèces, soient des *entités de formes* ayant une valeur intrinsèque.

L'*entité* dans ce cas ne serait pas un *corps nouveau* par sa *matière même,* mais une entité caractérisée par la *structure morphologique imposée au corps pour qu'on puisse y constater les phénomènes vitaux.*

Nous ne rencontrons donc la *vie* que chez des êtres organisés sur le type d'*une espèce.*

Les phénomènes de la *vie végétative* présentent toujours trois phases distinctes.

1° La naissance.

Une portion quelconque d'un spécimen d'une espèce *se sépare* de l'individu primitif et donne naissance par son développement propre à un autre individu semblable à celui dont il est issu.

La *naissance,* chez les plantes, peut avoir lieu d'une foule de manières différentes, mais on y retrouve toujours le caractère fondamental que nous venons de signaler.

Suivant l'espèce des végétaux, on observe la *naissance* par *bouture* et *provignure,* par *graines* et *semis,* par *greffe,* etc., etc.

Dans chaque cas on arrive à reconstituer *un être* très semblable au premier spécimen et complètement indé-

pendant de ce type original dont la vie lui devient étrangère.

Une espèce comme la *vigne,* par exemple, peut se reproduire simultanément et à partir d'une même souche par *semis,* par *bouture,* par *provignure.*

Quelques années plus tard on a *quatre souches,* toutes quatre parfaitement indépendantes les unes des autres et ayant toutes les mêmes apparences.

La souche reproduite par semis, seule peut-être, présentera quelques anomalies légères qui la différencieront de la plante originale.

2° Le développement normal.

Le développement normal de la plante constitue la deuxième phase.

Dès la naissance, la plante pousse, prospère et s'accroît en proportion des heureuses conditions où elle se trouve.

Il lui faut du soleil, de l'eau, de la nourriture.

La plante puise ses sucs dans le sol par le moyen de ses racines et la *sève* ainsi formée enrichit et augmente les tissus de l'ensemble de la plante.

Suivant les espèces et les climats, une partie des tissus deviennent annuellement caducs comme les feuilles et se renouvellent au printemps.

L'action de la lumière sur les parties vertes des plantes contenant de la chlorophylle est si importante pour la *respiration des végétaux,* qu'il serait difficile en botanique de se passer des *ondulations lumineuses de l'éther;* c'est un facteur essentiel à la *vie normale.*

On a démontré que dans l'obscurité, la chlorophylle verte ne peut pas se former, ce qui paralyse complètement l'action spécifique des feuilles sur l'acide carbonique contenu dans l'air.

Le développement d'une plante varie dans des conditions telles qu'on ne peut pas facilement en fixer la durée.

Depuis les plantes annuelles, qui souvent vivent à peine du printemps à l'automne, jusqu'aux chênes, aux tilleuls, aux sycomores qui atteignent, comme les wellingtonias d'Amérique, des âges évalués à plus de mille ans, nous trouvons tous les intermédiaires.

Ici encore le temps ne fait rien à l'affaire, nous nous bornons à signaler les entités matérielles et les corps dûment reconnus comme essentiels aux phénomènes de la vie.

Cette deuxième période du développement normal de la plante peut s'exprimer facilement par une courbe en fonction du temps.

On voit généralement au début de cette période, la plante se développer fortement, avec hardiesse, même si les conditions générales sont plutôt défavorables.

Après cette exubérance, un temps de calme succède, puis un semblant de *fatigue* que différents symptômes permettent de distinguer.

L'arbre vieux se troue, perd ses branches, ne porte plus de fruits, enfin *meurt*.

La fin de la vie de nos vieux arbres, qui menacent encore le ciel de leurs longues branches décharnées, silhouettes se détachant en noir sur le ciel de toutes les saisons, a inspiré les poètes.

Rien n'est plus rempli de mélancolie, de tristesse douce et de souvenirs que ces vétérans de nos forêts : ils luttent pour le soleil et l'existence, abritant encore des nichées d'oiseaux et semblant comme l'homme heureux, ne vouloir quitter la vie qu'à regret, écoutant les chansons gaies de ceux auxquels il a donné le jour.

3° La mort.

La *mort* des végétaux est caractérisée par la suppression totale des phénomènes normaux de croissance.

Quand elle a lieu *prématurément,* la mort est un arrêt complet du mouvement de la sève, et de tous les phénomènes physiologiques spéciaux.

On constate une série de *modifications chimiques inverses* de celles qui se sont passées pendant la *période de vie,* c'est-à-dire qui tendent à *détruire,* à *décomposer* les corps chimiques produits sous l'influence de la croissance de la plante.

La *décomposition,* du reste, ne reproduit nullement

les mêmes réactions que la vie à *rebours,* comme si l'on faisait : *machine en arrière;* non, elle *continue les réactions commencées,* seulement celles qui interviennent, dès que la vie a cessé, provoquent toujours des modifications dont l'action rapide ou lente *désagrége* les corps formés et tend à les ramener à des corps plus simples, susceptibles de rentrer comme *aliment* dans la nourriture d'autres plantes ou d'animaux.

La *mort des plantes* n'est pas un phénomène *instantané* et *brusque,* on peut le suivre dans la plupart des cas.

Certaines parties de la plante vivent encore que d'autres sont déjà mortes.

Ainsi en hiver on coupe les branches des arbres, on les émonde.

Si on abandonne une de ces branches au bord du chemin, les passants verront au printemps cette branche pousser ses bourgeons comme si la branche coupée appartenait encore au tronc et n'eût pas été détachée par la hache du bûcheron.

Au bout de peu de jours de chaleur, la branche et les petites pousses vertes seront définitivement mortes.

Les trois périodes du cycle de la vie que nous avons rappelées dans leurs traits essentiels pour les plantes sont *sans aucune exception* la règle, le fait général.

Reste à voir en quoi les *réactions chimiques* ou les *mouvements de la matière,* étudiés pendant que l'observateur estime être en face d'un *phénomène vital,* en quoi ces mouvements diffèrent des *réactions chimiques* que le même observateur inscrit quand il étudie simplement la *chimie pure.*

Ce point est très délicat et cependant de la plus haute importance.

Peut-on dire qu'il y ait *deux chimies,* une *chimie inorganique* et une *chimie de la vie?*

Les lois du mouvement de la matière sont-elles ici modifiées par une entité nouvelle, l'*éther* n° 5 qui serait la *vie.*

Ce principe, se combinant aux éléments de la matière pondérable, ferait-il apparaître ce que les chimistes n'ont jamais su découvrir dans leurs creusets, ou bien cet éther n° 5 n'est-il simplement qu'une illusion provenant de la complication des réactions de la vie et des conditions spéciales, d'ordre purement matériel, qui sont nécessaires à ces *phénomènes vitaux?*

Tous les ouvrages de chimie sont aujourd'hui partagés en deux parties distinctes : l'une, la chimie *inorganique,* l'autre, la *chimie organique.* Cependant on rencontre dans ces deux parties les mêmes méthodes, les mêmes lois, les mêmes procédés d'analyse et de synthèse, de telle façon que si l'on cherche la raison pour laquelle ces deux parties ont été constituées dans l'enseignement de cette science, on trouve simplement ceci :

Les *matières premières* sur lesquelles la chimie inorganique opère, sont fournies par les minéraux, la terre, l'atmosphère, l'eau, etc., etc., ainsi que par les décompositions de certaines substances qui sont produites *exclusivement* par les *corps doués de vie,* plantes ou animaux.

La chimie dite *organique* s'occupe spécialement de la décomposition et des réactions obtenues par l'em-

ploi des matières dites *organiques* et que l'on ne peut pas se procurer sans faire appel aux *êtres vivants*.

La différence fondamentale se réduit en somme à une question d'*origine des matières premières*.

Le jour où un chimiste fabriquera synthétiquement dans son laboratoire, de l'albumine, du sucre, de la quinine, de la fibrine, etc., etc., les deux dénominations de la chimie disparaîtront rapidement.

Aujourd'hui, depuis les synthèses de l'indigo, de l'alizarine, du camphre, où les Hofmann, les Bayer, les von Liebermann, les Græbe, les Würtz ont conquis les lauriers de la science, les deux chimies, irréconciliables autrefois, se tendent de plus en plus la main.

Pas un chimiste ne doute actuellement qu'une connaissance plus parfaite des lois des affinités et surtout un progrès dans l'*art opératoire* en chimie, ne fassent complètement disparaître les démarcations empiriques qui coupent aujourd'hui la chimie en deux.

Cette division n'a plus d'explication logique.

Les contradictions nous font donc rejeter l'*éther* n° 5. Nous ne l'admettrons pas comme *une entité* en *biologie botanique*.

Mais, il faut le dire, le *rejet n'est pas définitif,* il n'est que l'expression des tendances générales de la science moderne et se trouve appuyé par le poids de très fortes inductions, dégagées de l'ensemble des phénomènes chimiques.

Quoi qu'il en soit, les *phénomènes vitaux des plantes* ont un caractère qui leur est propre et qui est de la plus haute importance; ils sont en effet les seules

réactions connues sur notre globe qui nous montrent l'origine et la naissance des corps dits *organiques*.

Voici ce qui se passe devant l'observateur :

On donne à une plante des *sels en solution*, contenant tous les principes connus en chimie dite inorganique, et que nous pouvons particulièrement dénommer sous le nom de *chlorures, sulfites, sulfates, phosphates, carbonates, oxydes métalliques associés à tous les acides*, etc., etc.

Les plantes, par leurs racines, aspirent ces solutions dans leurs canaux.

Sous l'action combinée des racines et des feuilles, les forces capillaires font monter cette sève au sein des tissus du tronc et des branches.

En suivant attentivement le chemin parcouru par ces solutions, depuis le moment où on les a versées au pied du végétal, jusqu'à la sève *descendante*, au retour des feuilles, on constate le dépôt des *matières organiques* qui ont spontanément apparu sous l'effet du *mouvement vital*.

Ces matières organiques constituent les fibres du bois, les tissus divers de la plante et tout particulièrement les *graines*, riches en amidon.

On constate le fait, mais l'explication du *modus operandi* de la nature est encore à trouver.

Le *phénomène vital* de la croissance des tissus des plantes est donc *spécifique*, c'est le *criterium sui generis* de la *vie des végétaux*.

On ne retrouve ce caractère et cette propriété de transformer les *corps inorganiques* en corps *organiques* *nulle part ailleurs*.

Cette impossibilité où l'on est de reproduire ces transformations artificiellement, oblige donc pour l'instant l'*observateur* à faire de grandes réserves sur les conclusions à tirer de ces faits.

Dans la plupart des écrits biologiques on trouve accréditée une idée juste ou fausse concernant le *principe vital,* c'est qu'il serait toujours accompagné de *mouvements actuels* nécessaires à la *conservation de la vie.*

Dans cette hypothèse sur la vie et ses manifestations, un mouvement physico-chimique, difficile à caractériser d'une façon précise, devrait à chaque instant de la vie d'un végétal affirmer la *vie elle-même* comme au temps des vestales le *feu sacré* devait toujours briller sur l'autel !

Le feu éteint, ce serait la mort, mort définitive, sans retour possible, même si la partie organique du végétal était encore intacte.

D'où vient cette croyance ?

Peut-être est-elle tirée de la vie plus intense des animaux, dont une immersion, même de courte durée, s'il s'agit de mammifères supérieurs, entraîne la mort.

Il est difficile d'observer directement les réactions chimiques caractéristiques des végétaux.

C'est peu à peu que les matières organiques se forment et ce n'est qu'après un laps de temps relativement long, qu'on peut peser les résultats tangibles de ces modifications élémentaires des substances logées au for intérieur des cellules organiques, en travail et en fonctions vitales.

Il serait donc peu commode d'attaquer ou de défen-

dre une hypothèse de cette nature dans les végétaux en pleine vie.

Comment fixer le moment où l'on pourrait affirmer que *tout mouvement a cessé ?*

Si l'on emploie des moyens physiques ou mécaniques pour atteindre ce but, ne lèse-t-on pas l'organisme lui-même et n'introduit-on pas une cause désorganisatrice des tissus qui deviennent définitivement impropres à reproduire dans leur valeur normale les mouvements vitaux ?

Ainsi en chauffant un végétal à 60° de chaleur on le tue rapidement.

La cause de la mort est très probablement une altération des feuilles et de la partie ligneuse des tissus.

En privant d'eau une plante, on la fait dessécher et mourir; la cause réside là aussi, vraisemblablement, dans une modification trop profonde des tissus qui perdent l'eau nécessaire à leur action spécifique sur une sève trop épaissie, laquelle ne se meut plus dans les canaux intérieurs.

Nous avons cherché à jeter quelque jour sur cette question en nous adressant pour cela à la phase des végétaux correspondant au début de leur naissance ; nous les avons expérimentés lorsqu'ils sont en chrysalide dans la *graine*.

Nous avons fait toute une série d'observations expérimentales en collaboration avec MM. Ed. Sarasin et Casimir de Candolle de Genève.

Voici le résumé de ces recherches :

Si l'on prend des graines bien sèches, telles qu'on les obtient en les abandonnant à l'air sec et très légè-

rement chauffé, on sait qu'elles ne perdent en aucune façon leurs facultés germinatives et que, plantées dans le sol, elles poussent d'une façon parfaitement normale.

Lorsqu'on découvrit les premières momies égyptiennes, on trouva dans de petits sachets, enterrées avec les grands personnages du temps, les Ramses et les anciens rois, des graines de blé, enfouies depuis plusieurs milliers d'années; ce blé, semé à nouveau, leva et donna de superbes récoltes.

Donc la dessication douce et méthodique des graines n'en altère nullement le *principe vital*.

Ce fait acquis nous amène à l'idée de *refroidir très considérablement* des graines parfaitement desséchées au préalable, pour éviter que, par suite de la cristallisation de l'eau, les cellules organiques n'éclatent.

La glace occupant un volume d'environ 10 % plus considérable que celui de l'eau qui l'a formée, et d'autre part les cellules pleines d'eau ou de protoplasme contenant plus de 97 % d'eau, ces dernières éclatent forcément par la congélation de leur contenu.

Une semblable déchirure traumatique des cellules aurait pour effet une altération si radicale des tissus de la plante qu'on ne saurait déduire de ces expériences aucune conséquence logique ni partant scientifique.

La mort de la plante correspondrait dans le cas indiqué à l'arrachement des membranes de toutes les cellules, qui *seraient écorchées* littéralement avant d'avoir mis au jour l'embryon dont elles représentent l'aurore.

Avec des graines sèches, au contraire, le refroidissement même intense ne saurait entraîner aucun acci-

dent fâcheux sauf celui *très probable* d'arrêter et de supprimer les *effets actuels* vitaux.

En 1878 et 1881[1], époques auxquelles nous avons fait les deux séries de recherches que nous relatons, nous pensions simplement que les *effets chimiques* de la vie végétative pourraient être considérés comme très faibles aux températures de —80° à —90° (degrés au-dessous de zéro centigrade).

Nous faisions le raisonnement que voici :

Si les graines refroidies à —80° ou même à —100°, pendant un temps suffisant pour que nous soyons sûrs que ces basses températures aient envahi toute la graine jusqu'à son centre, si ces graines, disons-nous, *germent* et *vivent* après ce séjour prolongé, *il est très probable* que la graine contient la plante en germe *sans exiger le mouvement vital actuel,* sans rendre obligatoire l'admission des phénomènes caractéristiques de la vie sous ces conditions exceptionnelles.

La graine, dans ce cas, pourrait se comparer à une machine à vapeur complète *au repos.*

La chaudière est sans feu, sans pression, mais le bois du foyer est tout prêt; la machine est toute graissée, en ordre, seulement la pression de la vapeur étant nulle, elle reste au repos.

Vient-on à mettre le feu dans le foyer, la chaleur se manifeste, la pression de la vapeur apparaît et la machine marche.

Pour la graine, une fois refroidie et plantée dans le sol, on l'arrose, les sucs de la terre la pénètrent ainsi

[1] Archives des Sciences Physiques et Naturelles. 3e période, tome II, page 629. (N° 11, nov. 1879).

que les rayons solaires, *elle germe,* c'est la machine qui part sous l'action des forces physico-chimiques, c'est la *vie*.

Il est donc *grandement probable* que si les graines subissent ces très basses températures et germent ensuite en se développant normalement, le *principe vital,* l'*éther* n° 5, peut être écarté de la science.

L'expérience a eu lieu et nous a fourni des résultats très précis.

MM. C. de Candolle et Ed. Sarasin se sont donné la peine de recueillir une foule de graines, les plus diverses, quelques-unes des pays tropicaux, des *monocotylédones,* des *dicotylédones,* des *mymosa pudica,* des *graminées,* etc., etc.

J'ai refroidi ces graines dans la première série d'expériences pendant plus d'une heure, dans la seconde série d'expériences pendant plus de quinze jours, *sans discontinuité*.

Toutes les graines ont ensuite germé d'une façon aussi normale et régulière que les graines conservées comme *témoins* et non refroidies.

Il a été impossible d'établir une distinction appréciable entre les graines naturelles et celles qui ont subi le traitement assez énergique des basses températures.

Depuis cette époque, l'étude des actions physico-chimiques des basses températures a fait de grands progrès.

On verra plus loin, à propos de l'*affinité,* que tous les phénomènes chimiques sont totalement suspendus et annulés aux températures inférieures à —120° ou —140°.

Les réactions les plus puissantes connues, comme

celles de l'acide sulfurique sur la soude caustique, de l'acide nitrique sur la potasse caustique, du sodium métallique sur l'alcool hydraté, de l'acide nitrique sur le sel marin ou sur l'ammoniaque, toutes ces réactions vives, produisant presque des explosions, tant elles sont brusques et accompagnées de dégagement de chaleur, *s'annulent à ces basses températures.*

Les corps hétérogènes, doués des affinités les plus considérables connues, restent sans force, sans énergie, au contact les uns des autres, lorsqu'on engourdit en eux leurs propriétés électives d'affinité en les refroidissant suffisamment.

Nous pouvons donc affirmer aujourd'hui, au nom des observations *tirées de la physique expérimentale,* que dans les graines où l'on a tué tout principe de *mouvement actuel* physico-chimique, où la *vie physiologique* est certainement nulle pendant un certain temps, on peut rappeler les mouvements vitaux normaux en rendant à ces organismes la *chaleur* et l'*humidité* nécessaires.

La vie peut donc *renaître* à nouveau dans un milieu organisé comme une graine.

Le feu sacré, éteint sur l'autel des vestales, se rallume de lui-même au contact des conditions extérieures favorables et sous l'influence du milieu où on le place.

Ce fait est de la plus haute importance pour l'histoire de la *vie,* car c'est une démonstration rigoureuse et *expérimentale* de la solution d'un problème qui est pendant depuis des siècles et ne pouvait se trancher que par l'opération cruciale de l'application rationnelle des basses températures.

En 1892 nous avons repris des recherches analogues, avec des appareils plus puissants qu'en 1878 et 1881 et en descendant jusqu'à —150° et même —213° !

Nous avons fait porter ces expériences nouvelles sur les graines, les microbes et certaines espèces d'animaux inférieurs.

Pour les graines, nous avons constaté qu'elles ont toutes germé et se sont développées comme les graines normales, conservées en dehors de l'appareil frigorifique.

Nous n'avons pas trouvé de caractères spéciaux qui permissent de différencier après la germination, les graines les unes des autres.

Ainsi la conclusion générale qui se dégage de toutes les recherches expérimentales faites sur les plantes, c'est que tous les phénomènes physico-chimiques qui se passent dans leur intérieur, sous l'effet des cellules organisées, sont régis par les lois de la *chimie pure* agissant sur la *matière pondérable seule,* et sans que nous puissions reconnaître comme une *entité démontrée* l'existence de l'éther n° 5 représentant le *fluide vital hypothétique.*

L'action de la lumière sur la chlorophylle des feuilles nous force de ramener tout ce qui a trait à la respiration des végétaux à l'effet de la lumière, donc à l'influence directe des mouvements de l'éther.

La réponse à notre question *1* pour la botanique sera donc celle-ci :

F. En *botanique,* les observations directes des phénomènes du mouvement ne nous révèlent comme *corps se mouvant* que la *matière pondérable,* mais les phéno-

mènes de la respiration des végétaux nous obligent à constater l'action de l'*éther*.

L'hypothèse du *fluide vital*, éther n° 5, doit être rejetée.

Cela résulte des expériences faites par l'emploi rationnel des basses températures sur les graines.

Passons à l'étude des animaux.

Zoologie.

En comparant les *végétaux* aux *animaux*, on est d'abord frappé des *ressemblances* qui permettent d'employer, en décrivant leurs caractéristiques essentielles, presque les mêmes mots ; mais ces ressemblances une fois précisées, des facteurs différentiels apparaissent, qui distinguent les premiers des seconds avec une telle netteté que tout rapprochement devient depuis cet instant impossible à suivre.

Pour suivre à notre programme fidèlement, décrivons en premier lieu les traits généraux des animaux connus et ceux des végétaux.

Tout animal, depuis les cellules microscopiques composant les *monades*, où l'animal primitif fait sa première apparition, depuis les spores, les bacilles, les microbes de toutes sortes, origine organique des maladies infectieuses, jusqu'aux *mammifères* qui sont à l'autre ex-

trémité de cette immense série d'êtres vivants, tous les animaux sans exception, à l'instar des végétaux, présentent trois périodes dans leur existence, les mêmes du reste :

1° La naissance.

2° La vie propre ou le développement normal.

3° La mort.

Analysons sommairement les phénomènes observés dans chacune de ces périodes.

1° Naissance.

Nous observons pour la *naissance* des végétaux et celle des animaux, des lois presque identiques comme conditions premières :

Une partie de l'animal se sépare et devient elle-même un être semblable en tous points à celui dont elle s'est détachée.

C'est le cas des reproductions par *segmentation,* si fréquent et habituel chez les animaux inférieurs.

Cette origine des êtres reproduits rappelle les boutures, les marcottes ou les greffes dans le règne végétal.

Les graines sont représentées dans le règne animal par des organismes rappelant d'abord les fonctions de la fleur et sa structure : le *pollen* des étamines et les *cellules femelles* du pistil.

Chez les animaux supérieurs, c'est l'*ovule* représentant les cellules du pistil, et ce sont les *spermatozoaires,* homologues du pollen.

L'origine de la plante ou celle de l'animal commence toujours par l'*union intime des deux éléments* qui se confondent dans la graine ou dans l'embryon.

Les deux organismes microscopiques qui, avant la *fécondation,* étaient distincts et visiblement *séparés,* se soudent par pénétration dans l'enveloppe de l'ovule femelle de telle sorte qu'il est impossible de les distinguer plus tard, tellement l'union est parfaite.

Jusqu'ici, par conséquent, nous ne trouvons aucune différence systématique entre les végétaux et les animaux.

On pourrait discuter pour déterminer où commence réellement la naissance d'une plante et celle d'un animal ; est-ce à la graine attachée à la plante, ou séparée et semée à son tour ; pour l'animal, est-ce à l'embryon, encore dans la mère, ou au moment de son entrée apparente dans le monde ?

Il nous paraît que, vu le sujet qui nous occupe, le mot de *naissance* a pris toute sa valeur dès que nous pouvons admettre *un être existant en plus dans l'univers,* par un mouvement perceptible qui nous renseigne exactement sur le fait.

Il est donc certain que la naissance a lieu, pour toutes les reproductions par segmentation et bouture, au moment même de la séparation réelle des êtres, séparation quelquefois brusque, d'autres fois s'opérant par marche plus lente, mais saisissable tout au moins par les caractères essentiels.

Quant aux graines et aux embryons, c'est au moment très précis où la cellule femelle est pénétrée par le pollen mâle et où l'*ovule* reçoit le spermatozoaire, que l'on doit faire remonter la *naissance*.

C'est à partir de cette date que l'apparition de l'être nouveau, dont la formation est désormais virtuellement commencée, peut être rapportée.

Ce point est du reste secondaire et ne se soulève dans notre étude que pour éviter l'ambiguïté des termes employés.

2° Développement normal.

Ici encore les végétaux et les animaux présentent beaucoup de points communs, mais pourtant les différences apparaissent et deviennent très caractéristiques dans certains cas.

Le développement normal des animaux, comme celui des plantes, est lié à trois phases successives :

A. La phase de croissance.

B. L'état adulte.

C. La vieillesse ; phase de régression et de chute ou de décrépitude.

A. La phase de croissance.

Chez les plantes, la phase de croissance dure presque toute la vie, jusqu'aux confins du dernier stade.

Pour les animaux, il n'en est pas de même ; la croissance n'est pas illimitée, elle ne se poursuit que durant la première partie de l'existence.

Tous les organes de l'embryon se développent d'une façon à peu près continue jusqu'à une *certaine dimension* qui caractérise le *type* de l'animal ; ayant atteint cette grandeur limite, ils restent dès lors stationnaires.

L'arrêt de la croissance signale l'entrée de l'animal dans l'*état adulte*.

Il semble qu'entre la durée de la vie normale d'un être et *le temps de sa croissance* il y ait certains rapports, mais aucune loi précise n'a pu être formulée.

B. L'état adulte.

Chez les animaux, pendant toute la durée de l'état adulte, les dimensions générales du corps restant très sensiblement les mêmes, il s'en suit un état d'équilibre

des plus remarquables entre les *fonctions d'assimilation* de l'animal et les *fonctions de désassimilation :* elles s'équivalent exactement.

Pendant des années, souvent on constate que la somme des poids de toutes les matières qui entrent dans l'organisme d'un animal adulte correspond absolument à la somme des poids des matières qui en sortent, quelle que soit la différence de forme et de constitution de ces matières.

L'air atmosphérique respiré ressort privé d'une partie de son oxygène, chargé en plus d'acide carbonique.

Les aliments subissent des transformations radicales au sein des animaux.

Les liquides absorbés directement retournent à l'air atmosphérique, en partie sous forme de vapeur d'eau, de transpiration, d'urine, etc., etc.

Les conditions de la *vie de l'animal adulte* élèvent donc une barrière entre le règne végétal et le règne animal.

Il paraîtrait cependant que quelques animaux croissent d'une façon lente presque toute leur vie, comme certains poissons, mais les observations précises de ces faits isolés n'ont pas revêtu encore tous les caractères de précision scientifique nécessaires.

C. La vieillesse.

Après un certain temps, les forces de l'animal commencent à l'abandonner ; on constate même quelquefois une diminution du corps, un amoindrissement général.

Certains organes spéciaux fonctionnent mal, les dégâts s'accentuent, et une alimentation anormale active la fin de la vie de l'animal.

Cette dégénérescence de tout l'être est la règle générale toutes les fois que la vie est poussée suffisamment loin, si quelque accident ne la termine pas brusquement avant la fin régulière due aux causes naturelles.

A l'inverse des vieux arbres, la sénilité chez les animaux et surtout chez l'homme est un triste spectacle. Nous aurons à revenir plus tard sur les motifs essentiels qui expliquent ces différences réelles.

3° La mort.

La mort, chez les animaux, est caractérisée comme pour les plantes, par une modification profonde dans les réactions chimiques qui se passent au sein de leurs tissus.

L'unité de l'animal, manifestée jusqu'à la mort, par l'assimilation régulière des aliments, venant renouveler à chaque instant les pertes subies dans chaque organe, disparaît et se trouve tout à coup remplacée par l'apparition d'une infinité de réactions distinctes, dont l'effet est la *décomposition* totale du corps de l'animal.

Il semble donc que l'effet de la *mort* soit comme résultat final diamétralement opposé à celui de la *vie*.

C'est pourquoi ces deux termes sont toujours cités comme antagonistes l'un de l'autre.

La décomposition du corps des animaux ne détermine pas non plus des réactions *semblables,* mais *inverses* de celles de l'assimilation, seulement le caractère essentiel des nouvelles associations chimiques qui se manifestent est le morcellement progressif de tous les tissus.

Les corps décomposés se transforment en gaz, liquides, solides, solutions, poussières, etc., propres à être assimilés par les plantes et les autres animaux sous les formes les plus diverses.

Chez les animaux la mort présente ordinairement des caractères de promptitude plus accentués que chez les plantes.

Les modifications caractéristiques dans les réactions chimiques du corps vivant et du corps mort s'observent quelquefois en quelques minutes pour les animaux supérieurs.

Pour les plantes, la mort est toujours plus lente.

Phénomènes généraux de la vie chez l'animal.

Nous venons de parler des trois grandes périodes qui sont le programme de la vie pour tout être vivant, plante ou animal. Voyons maintenant, comme nous l'avons fait pour la plante, en quoi consiste le mouvement vital lui-même chez l'animal.

Quels sont les phénomènes actuels, visibles, chez un animal vivant, adulte, dont la croissance a cessé et qui n'est pas encore à l'âge de vieillesse ?

Ici se place la différence capitale entre les deux règnes végétal et animal :

A l'inverse des plantes, qui peuvent transformer des matières inorganiques en matières organisées, les animaux ne peuvent assimiler comme matières constitutives de leurs tissus organiques, que des matières déjà organisées par des plantes.

Les sels inorganiques qu'ils absorbent, conservent le caractère de sels dissous dans les liquides qu'ils possèdent et n'entrent pas comme constituants chimiques dans les tissus eux-mêmes.

Cette constatation est extrêmement grave par ses conséquences immédiates.

On voit de suite que le règne animal devient

vassal et tributaire du règne végétal dont il se nourrit directement ou indirectement.

En effet, un coup d'œil sur l'ensemble des animaux connus, nous les montre tous, herbivores, frugivores ou carnivores, tributaires du règne végétal.

Que deviendraient les carnivores si leurs victimes ne pouvaient plus se nourrir?

Chez les animaux inférieurs, certains auteurs pensent avoir observé la production directe de quelques corps organiques, mais ces sujets sont encore controversés et n'ont pas rencontré de vérifications suffisantes.

Quant au mouvement vital lui-même, on observe chez tous les animaux adultes un double phénomène; d'abord une partie des tissus se désagrège sous l'effet du travail dégagé par l'animal ou par l'action des forces physico-chimiques du milieu; puis, presque simultanément, dans tous les cas après un délai très court, grâce au second phénomène, on assiste à la reconstitution de ces mêmes tissus qui sont redevenus identiques à eux-mêmes comme avant la perte subie.

Chez les animaux adultes, cet équilibre est poussé si loin, qu'on est involontairement et profondément frappé de la constance régulière, parfaite, de ces deux mouvements égaux et de sens inverse, chacun provenant de causes étrangères l'une à l'autre.

Je choisis un exemple pour bien faire comprendre ce point capital et prouver l'existence des lois de compensation dans les phénomènes de la reconstitution de nos tissus.

Je prends un soldat âgé de 25 ans.

On le pèse très exactement, puis il fait sept ans de service actif.

Il marche, fait l'exercice, campe, se livre à des marches forcées, va de temps à autre en congé dans sa famille, il passe par une vie des plus accidentées, tantôt dépensant une somme énorme de travail musculaire, tantôt presque immobile durant des jours entiers.

Les sept ans finis, on le repèse, il n'est pas rare de retrouver le même poids à quelques grammes près !

Or, pendant ces sept ans, tous ses muscles, sous l'effet des marches et contremarches, se sont totalement changés et transformés peut-être plus de trente fois, surtout ceux des jambes et des bras !

Nous touchons donc bien ici à un des caractères les plus distinctifs des phénomènes vitaux chez les animaux, le parfait équilibre entre l'assimilation et la désassimilation, quelque variable du reste que puissent être les circonstances de la vie extérieure de ces animaux.

Dès que la désassimilation a commencé ses effets, elle entraîne par un cycle précis d'actions réparatrices la reconstitution exacte et dans les mêmes lignes des tissus disparus.

La quantité perdue est-elle remplacée, l'action réparatrice cesse !

Voilà le fait bien positif, général.

Chez tous les animaux, surtout dès qu'on étudie les êtres vivants dont la structure est déjà supérieure, on remarque que la reconstitution des tissus, même de ceux qui paraissent les plus différents, s'opère par l'action d'un *seul liquide* contenu dans les cavités intérieures de l'animal.

Au fur et à mesure que l'on s'élève davantage dans l'échelle des animaux, ces cavités contenant les liquides nourriciers se dessinent plus nettement, on voit apparaître des vaisseaux, des canaux plus ou moins ramifiés, puis une *circulation,* produite par un organe ad hoc, le vaisseau dorsal des insectes et le cœur des vertébrés.

Enfin on constate aussi comme un phénomène vital, presque général, que tous les animaux prennent dans l'air atmosphérique une substance qu'ils assimilent : l'*oxygène*.

Ce corps pénètre au travers de membranes très fines dans le liquide nourricier pour le modifier d'une façon propice aux opérations de reconstitution des tissus.

Là encore, nous avons à signaler une différence essentielle qui sépare les végétaux des animaux ; car les plantes soutirent par le moyen des feuilles l'*acide carbonique* à l'air lorsque l'action de la lumière agit sur la chlorophylle.

Enfin, d'après les récents travaux accomplis ces dernières années sous l'influence de M. Berthelot, de l'Institut, il semble acquis que la terre labourée est susceptible de tirer de l'azote de l'air atmosphérique, par l'action de certains microbes ou animaux très inférieurs qui l'habitent.

Ces protozoaires assimileraient l'azote comme d'autres l'oxygène ou les plantes l'acide carbonique.

M. Pasteur a aussi étudié une catégorie de microbes qu'il a appelés *anaérobies,* parce qu'ils se développent et vivent sans prendre à l'air son oxygène.

Ainsi les phénomènes immédiats de la vie chez les

animaux ne sont pas nécessairement liés à *la respiration de l'air* atmosphérique, cependant la grande majorité des animaux meurent rapidement si on leur supprime la possibilité de satisfaire à cette fonction.

Les phénomènes immédiats de la vie, chez les animaux, sont donc très différents dans leur apparence, comparés à ceux des végétaux, mais au fond l'assimilation des tissus se fait par les mêmes méthodes ; l'action de l'air atmosphérique se manifeste au moyen d'organes dont les fonctions, quoique très écartées, se rapprochent singulièrement : les feuilles, et les branchies ou les poumons.

Nous ne parlons pas encore ici des mouvements propres aux animaux, car ils sortent des phénomènes vitaux simples que nous envisageons dans ce chapitre.

Les espèces animales.

Non seulement pour les plantes, mais bien aussi pour les animaux, nous pouvons faire l'observation générale suivante : pour que les phénomènes vitaux se laissent percevoir dans des organismes, il faut que ceux-ci soient tous construits sur un type appelé *espèce,* ce type représentant toute une classe de ces organismes vivants.

Les animaux présentent donc le même caractère général que les plantes.

Ils sont classés par *espèces* et chaque espèce présente ses formes spéciales.

Il a été aussi impossible de forcer, par n'importe quel procédé empirique, des animaux à passer par reproduction d'une espèce dans une autre que d'obtenir le même passage pour les plantes.

La grande théorie de Darwin tend à faire admettre que les espèces dérivent toutes d'une même origine, simple et très ancienne.

Cette espèce primitive a donné aux représentants de la race *la mieux armée pour le combat de la vie* le plus de longévité. C'est elle qui a donc le plus reproduit et qui compte le plus de descendants directs.

Le phénomène de la *sélection naturelle* serait la cause mécanique de la disparition totale de certaines espèces intermédiaires sur le globe, détruites par l'action prépondérante, par la suprématie de races plus vigoureuses ou plus intelligentes, qui ont su mieux draîner à leur profit les ressources des milieux habités simultanément par les différentes espèces d'animaux.

La sélection, par suite du combat pour la vie, serait, dans la théorie de Darwin, le facteur principal pour les transformations des espèces les unes dans les autres.

Un animal a-t-il par exemple un commencement d'organe lui servant d'œil, il trouvera plus facilement sa nourriture qu'un autre n'ayant pas cet avantage.

Il se sauvera plus rapidement et plus sûrement aussi en face d'un danger.

Cet animal, ayant par hypothèse un commencement de vision, donnera le jour à des individus parmi les-

quels ceux qui auront le mieux hérité de cette propriété, atteindront probablement la durée d'âge la plus longue.

Ainsi la *faculté de voir* va s'ancrer progressivement dans cette descendance et deviendra un caractère spécifique de cette race, ou un type d'*espèces*, par opposition avec les autres animaux, non doués du même organe et qui peu à peu disparaîtront de la surface du sol.

Si les transformations de tous les êtres vivants ont duré des centaines et peut-être des milliers de siècles, le temps relativement très court pendant lequel nous pouvons les observer, nous ou nos devanciers, depuis qu'on a entrepris des constatations scientifiques, ne permet pas de signaler aucun changement bien apparent, ni bien profond.

Darwin lui-même, dans ses écrits, relate et compulse un grand nombre d'expériences faites sur des animaux à reproduction rapide, comme les pigeons, et constate les effets étonnants produits par des sélections artificielles.

Les pigeons à grosse gorge, les pigeons colorés, les pigeons culbutants, les pigeons voyageurs, sont tout autant de races de pigeons que l'on a fixées tout à fait artificiellement et dont on connaît parfaitement bien l'origine exacte.

Il n'y aurait donc rien de très surprenant à ce que les principaux types d'espèces, en apparence fort différents, eussent eu des origines communes, tandis que les types intermédiaires, moins propres à la satisfaction et à la réalisation des exigences de la vie, auraient totalement disparu sans laisser de traces de leur passage.

L'*archeoptéryx,* espèce de *pigeon-reptile,* serait dans cette théorie un remarquable type de transition, sauvé comme par miracle du naufrage commun, par un phénomène géologique qui l'a emprisonné dans la pierre et nous l'a conservé.

Il en existe deux ou trois spécimens dans le monde entier; c'est peu, mais c'est suffisant pour donner une idée très nette d'un type de transition.

Quoi qu'il en soit, nous n'entrerons pas dans la discussion de cette théorie qui n'a d'autre but que d'expliquer comme on le peut le *modus operandi* de la nature pour passer d'une espèce à une autre.

En effet nous recherchons ici seulement quels sont les *corps* qui sont en mouvement devant un observateur attentif, lorsqu'il prononce le mot d'*animal vivant.*

Nous constatons que *ces corps* sont constitués selon des types spéciaux appelés *espèces;* mais leur origine, la durée de leur incubation par la nature, les transformations intermédiaires nécessaires et disparues, tout cela n'intervient pas directement dans le problème dont nous cherchons à dégager la solution.

Que les espèces aient été formées de *toutes pièces,* dès l'origine des temps où la terre a été habitable, encore a-t-il fallu que les éléments matériels se réunissent, s'assemblent, se constituent en un corps semblable à celui que nous voyons aujourd'hui.

Le phénomène a-t-il duré une minute, cinq minutes, dix ans, cent siècles ? qu'importe !

Nous l'observons actuellement, et l'animal vivant, aujourd'hui, n'a pas besoin d'apporter dans son nid ses archives ni son état civil.

Nous l'étudierons comme il se présente à nous, sans lui faire d'autres questions indiscrètes que celles qui sont rigoureusement nécessaires à l'enquête que nous poursuivons.

La théorie de Darwin pour les animaux, et les idées générales émises sur les plantes par le savant genevois A. de Candolle dans son livre sur la géographie botanique, ont mené le train de la science ces derniers trente ans ; ce sont des explications d'un haut intérêt que l'on ne saurait passer sous silence en touchant à la question de l'origine des *espèces,* unique représentation des types où les mouvements vitaux peuvent être *observés.*

Nous venons d'examiner l'apparence générale des corps qui nous donnent dans le règne animal la notion de la vie par des phénomènes spéciaux et caractéristiques.

Avant de passer plus loin, posons-nous pour les animaux la même question que pour les végétaux.

Y a-t-il un *fluide vital animal,* éther n° 6, par hypothèse ?

Ce fluide entrerait dans les corps à la naissance et partirait à la mort, ayant manifesté sa présence d'une manière non interrompue par des *mouvements réels,* spéciaux, aussi longtemps qu'on peut appeler l'animal *vivant.*

Vient-on par une cause quelconque à arrêter le mouvement de la vie, la mort définitive en serait la conséquence.

C'est en somme la répétition exacte pour les animaux de ce que nous avons développé précédemment pour les plantes et les graines.

Il faut reconnaître d'abord que chez les animaux à sang chaud et tout particulièrement chez les oiseaux et les mammifères, la *vie* et ses caractères ont une *intensité* telle que nous ne les rencontrons au même degré dans *aucun végétal*.

La température de ces animaux oscille entre 37° et 39° sous l'effet de la combustion lente du sang et des tissus de l'animal.

La moindre interruption dans la circulation du sang, fort active, ou dans l'absorption de l'oxygène due à la respiration, entraîne des accidents irréparables qui détruisent l'organisme en des points essentiels et produisent la mort.

On voit souvent un homme mourir pour être tombé dans l'eau et n'y avoir séjourné qu'une demi-minute.

Un oiseau meurt par immersion aussi vite qu'un mammifère.

Pour tous les animaux à sang chaud, il est donc impossible d'*expérimenter* pour décider si, oui ou non, le *mouvement actuel* est nécessaire à la conservation de la vie.

Mais si la classe supérieure des êtres ne se prête pas à l'observation directe, les animaux inférieurs et tout particulièrement les microbes, les spores et même certains animaux à sang froid, permettent, aussi bien que les graines pour les végétaux, l'expérience des basses températures.

Dans les expériences faites en 1881 et dans les dernières observations de 1892 dans mon laboratoire, j'ai opéré non seulement sur les graines les plus diverses, mais aussi sur une foule de microbes bien définis.

Je citerai en particulier :

Le charbon anthrax.

Le microbe de Kiel.

Le microbe des pommes de terre.

Le tétanos.

Les microbes du foin et de la paille, très résistants aux hautes températures.

Etc., etc.

Tous ces microbes et leurs spores ou les microcoques ont été d'abord observés en cultures pour déterminer et constater leur état de vie normale.

On en a conservé comme témoins, puis les autres ont été plongés dans les appareils frigorifiques où la température s'est abaissée jusqu'à —120°, —140° ou même —213° (deux cent treize degrés au dessous de zéro).

D'une façon générale tous les microbes et spores dits *résistants ont survécu* à l'action même prolongée de ces basses températures.

Nous rappelons ici que tous les phénomènes chimiques *sans exception* sont *nuls* à ces grands froids.

Les bacilles de la *fermentation* seuls, avec quelques autres espèces en cultures ont été tués, même par des températures pas très basses, vers —20° à —25°.

Nous pouvons conclure de ces faits que la *vie animale* comme la *vie végétale* est due uniquement à l'action des forces *physico-chimiques* sans qu'il soit nécessaire de faire entrer en scène l'éther n° 6 ou le fluide *vital animal*.

Fluide nerveux.

Nous devons mentionner aussi un autre fluide, l'*éther n° 7*, dont on a longtemps parlé dans les ouvrages de physiologie, c'est le *fluide nerveux*.

On supposait que les nerfs, que l'on ne trouve que chez les animaux, étaient le siège du *fluide nerveux* dont la fonction consistait, par son mouvement spécial, à faire communiquer la périphérie des membres du corps avec l'encéphale ; puis, réciproquement, à rapporter aux muscles des membres les *effets réflexes* du cerveau.

Cette théorie longtemps admise et enseignée, a été complètement abandonnée depuis les beaux travaux de MM. les Prof. du Bois-Reymond et von Helmholtz, de Berlin.

M. du Bois-Reymond s'est occupé tout spécialement de l'étude histologique des poissons électriques.

Par de magistrales inductions il est parvenu à démontrer que les appareils électriques des torpilles, des gymnotes et des silures sont des *muscles dégénérés* dont il reste presque uniquement les plaques terminales du nerf élémentaire se rendant dans chaque fibre.

De plus M. de Helmholtz a prouvé que la vitesse de transmission de toutes les sensations perçues et de tous les ordres donnés par l'intermédiaire du système nerveux, et cela chez tous les animaux sur lesquels l'ex-

périence est possible, est plus lente que celle du son dans l'air.

On a donc affaire à des mouvements de la matière pondérable et il n'est point nécessaire d'avoir ici recours au fluide nerveux.

Vision.

Chez les animaux doués d'*yeux*, les phénomènes de la vision, des plus importants pour la vie, obligent à faire intervenir dans leur interprétation physique l'effet de la lumière, puisque nous ne la connaissons que par cet organe.

Nous ne pouvons donc pas conclure pour l'*œil* autrement que pour l'*optique*.

La fonction visuelle nous oblige à admettre l'existence de l'*éther* outre la matière pondérable dont l'organe lui-même est formé.

Odorat. Goût.

L'*odorat* et le *goût* n'ont pas encore réussi à faire ouvrir un chapitre spécial de physique expérimentale, comme cela a eu lieu pour l'acoustique et l'optique.

Peut-être que dans les siècles futurs l'étude attentive des sensations qui nous sont communiquées par ces deux sens permettra de déterminer les lois des *phénomènes de mouvement,* causes de ces perceptions à modalités spéciales.

Pour l'heure la *matière pondérable* semble seule engagée dans cet ensemble de faits physiologiques.

A la question premièrement posée, l'étude du règne animal nous permet de répondre ceci :

G. Les phénomènes de la vie, observés dans le règne animal, nous mettent en présence de la *matière pondérable* et de l'*éther*.

Le *fluide vital* et le *fluide nerveux* semblent par l'ensemble des faits observés chez les animaux, n'avoir été que des hypothèses non vérifiées expérimentalement.

Récapitulation générale.

Récapitulons maintenant tout ce que nous avons observé au cours de cette étude générale de l'encyclopédie physique.

Nous pouvons conserver les différentes lettres par lesquelles les principaux chapitres de cette revue ont été soulignés pour faire quelques abréviations.

A. En *Astronomie* et pour la *Pesanteur* nous avons trouvé uniquement la *matière pondérable*.

B. Dans la *Chaleur* nous rencontrons :
La *Matière pondérable* et l'*éther*.

C. En *optique* nous avons :
La *Matière pondérable* et l'*éther*.

D. Dans l'*Electricité* et le *Magnétisme* nous admettons :
La *Matière pondérable* et l'*éther*.

E. En *Chimie* nous ne trouvons que :
La *Matière pondérable seule*.

F. En *Botanique* nous admettons :
La *Matière pondérable* et l'*existence* de l'*éther*.

G. En *Zoologie* nous constatons les mouvements de :
La *Matière pondérable* et *ceux de* l'*éther*.

La Physique expérimentale ne nous met en présence que de *deux entités réelles* bien constatées :

1° La matière pondérable.

2° L'éther.

Nous allons examiner maintenant dans le même ordre les *entités rationnelles*.

CHAPITRE VII

LES ENTITÉS RATIONNELLES DE LA PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

Quelques définitions.

C'est au moment d'aborder cette partie de notre étude que le lecteur saisira toute l'importance des définitions des termes acceptés en science.

Il convient de statuer de leur *sens vrai* pour pouvoir sans effort remplacer constamment le *mot* par sa valeur tirée de *son origine*.

La question qui va nous occuper est celle que dans le chapitre précédent nous avons nommée *question 2*.

Après avoir constaté l'existence des *corps,* des *entités réelles,* des choses qui se meuvent, il nous faut passer aux *causes du mouvement* et nous disons :

Question 2. Puisqu'il y a des mouvements, il y a des *causes de mouvement,* ou *des forces*.

Quelles sont ces forces dans la nature et que nous enseigne à ce sujet la *Physique expérimentale ?*

Quelle est l'*origine* de la force ?

Quelles sont les *variations* dans les forces, dans leur *durée,* dans leur *puissance ?*

Il nous faut donc reprendre la physique générale et nous occuper maintenant non plus du *sujet du mouvement,* de la chose réelle qui se meut, mais des *raisons* ou des *causes* du *phénomène observé.*

Nous nous rappellerons qu'au début de cette étude nous avons été amenés à partager toutes les connaissances humaines dénommées par le langage, et qui par le fait se trouvent toutes dans le dictionnaire, en deux grandes classes :

La première contient tous les substantifs qui représentent les *entités réelles,* ou les corps doués d'*inertie* à un degré quelconque constatable.

La seconde classe contient sans exception *tous les autres substantifs* qui, à l'inverse des premiers, ne sont pour nous que des manifestations de nos pensées, de notre imagination.

Ce sont ceux dont l'objet qu'ils représentent ne peut pas entrer en rapport direct ou indirect avec notre système musculaire, agissant consciemment.

La *question 2* porte par conséquent sur des substantifs de la *seconde classe* seulement.

En étudiant dans ses grands traits toute la physique expérimentale nous n'avons trouvé que deux *entités réelles,* la matière pondérable et l'éther : donc les *causes de mouvement,* les *forces,* par principe même, ne sont que des *produits cérébraux* sans valeur *réelle absolue.*

Pourquoi désirons-nous nous livrer à une étude, à une recherche qui *par avance* nous renseigne sur ses conclusions ? conclusions absolument négatives quant à la *réalité* de l'objet du travail et de l'investigation ?

La raison de ce *pourquoi* est entièrement contenue dans le *goût scientifique* né de l'*instinct intellectuel de l'homme*.

Disons-le bien haut, dès le début de ce chapitre, qui va nous faire toucher du doigt le *nouveau domaine,* où la science, *dite positive,* nous conduit nécessairement.

Dès que la question ainsi posée aura reçu nettement sa réponse et dès que cette réponse sera intellectuellement acceptée par le lecteur comme s'accordant avec ses propres manières de voir et de sentir, notre examen des systèmes de philosophie sera assis sur des bases solides et non plus du tout vacillantes.

Si l'homme, *observateur consciencieux et intelligent,* ne veut étudier la nature que pour y trouver des *choses réelles,* il en *trouvera deux* et constatera leur mouvement, puis, n'en constatant pas d'autre, il s'arrêtera dans son travail.

Si le caractère distinctif de l'homme, est de rechercher avec *avidité* les causes et l'enchaînement des mouvements qui se traduisent dans son esprit *par les lois ;* si cet instinct est suffisant pour qu'il *ait une confiance absolue dans la réalisation possible de ce désir,* et si l'on parvient en outre à prouver, à constater que ce *désir,* cette *soif de connaître* a conduit en effet l'observateur intelligent à *trouver des lois,* à les *établir,* à les *vérifier,* il faut nécessairement admettre, qu'il y ait

un *parallélisme* entre la *construction de sa pensée* et la *construction du monde réel organisé d'après ces lois.*

L'origine de la science réside dans ce postulat fondamental, qui sort de toutes pièces, jaillissant comme le jet d'un puits artésien du fond de notre cœur, de notre pensée, et qui s'énonce :

Notre corps, dont nous avons conscience, obéit à des *ordres précis,* que nous lui donnons; nous avons l'impression que ces ordres sont *intelligents, voulus pour obtenir un but défini, désiré* par nous, donc involontairement, et peut-être sans nous en rendre compte, nous disons :

Puisque tous les actes que nous faisons, tous les mouvements que notre corps accomplit, ont une *cause* dans notre volonté, une *raison d'être* dans les lois du mouvement de nos membres, lois que nous connaissons par la mémoire, et un *but* dans les désirs que nous aspirons à satisfaire, tous les mouvements de la nature que nous pouvons observer ont une *cause,* une *loi,* un *but.*

C'est de l'*anthropomorphisme* à haute dose et rien d'autre, mais c'est la seule explication rationnelle de la science.

Maintenant on peut ajouter que les animaux s'étant développés dès leur apparition sur terre par le contact continu des *réalités,* il n'y a rien d'étonnant à ce que la *logique* et les *goûts intellectuels* se soient moulés sur les mêmes principes qui ont présidé à la création du monde.

Ce serait l'explication du *parallélisme réel* entre la construction de notre être psychique, de ses aspirations, et le plan de l'univers.

Il est nécessaire de se pénétrer de ces préliminaires, car le *but des études scientifiques* est entièrement engagé dans ces postulats.

Si nous savions d'une façon certaine que le *hasard seul* a créé le monde, qu'aucune intelligence, aucun ordre, aucun but ne peut s'y discerner ; si nous pensions que la découverte de quelques lois ne fût due qu'à des coïncidences fortuites, lois que nous prendrions abusivement pour la règle, personne ne consacrerait sa vie aux recherches patientes de la science, il n'y aurait plus dans les laboratoires d'autres observateurs que ceux qui désirent constater les faits isolés, sans lien logique entre eux.

La science serait mort-née.

Le jour où le premier observateur a tâché de rapprocher les faits originaux constatés empiriquement par l'intermédiaire de ses sens, il a tracé la *marche* et l'*objet* de ses recherches ultérieures.

L'*observation* est la fille de l'*empirisme pur,* monographie de chaque fait pour son compte.

L'*expérience* est la fille de la *méthode scientifique* qui a pour but unique dans ses grandes lignes, la recherche des *pourquoi* et des *comment.*

Les premiers savants ont donc indiscutablement fait *acte de foi* dans le sens le plus élevé et le plus strict du mot.

Ils ont cru à la *réalité rationnelle des causes* des phénomènes.

Ils ont tous admis que leur raison les oblige, par des argumentations serrées, à admettre certaines conséquences logiques, se dégageant d'une façon précise

d'un groupe d'observations; ils avaient le *droit* d'imposer leur conviction intellectuelle comme une réalité effective à la Nature et pouvaient, *sans erreur,* affirmer la vérité de leur découverte.

En somme les *vérifications expérimentales* de la physique ont pour but de donner progressivement aux hypothèses sur les *causes des mouvements* la même valeur comme *entité* qu'aux mouvements eux-mêmes.

Mais l'entité est alors *purement rationnelle.*

La *science expérimentale* n'a donc pas d'autre objectif que de fixer avec ordre et précision les *entités rationnelles* et de les classer suivant les différentes catégories de phénomènes observés.

Prenons ici un exemple encore pour bien faire saisir l'importance de la critique soigneuse que chacun doit faire porter sur lui-même afin de vérifier la vérité de ces conditions, bases de toute science.

Je demeure près d'une gare et, de ma fenêtre, je vois un homme portant une valise courir rapidement du côté du train qui vient d'arriver et va partir.

Voilà le *fait spécial:* le phénomène de mouvement observé, c'est un homme qui court.

L'œil n'a rien vu, rien constaté d'autre.

Que fait alors l'observateur qui applique à ce cas spécial la méthode scientifique:

Il dit: l'homme court, donc il veut aller *plus vite* que s'il marchait simplement.

Pourquoi court-il ?

Parce qu'il a peur de manquer le train, le temps presse.

Pourquoi veut-il prendre le train ?

Ah ! ici les hypothèses les plus variées et les plus diverses surgissent en foule.

C'est peut-être un homme d'affaires qui voyage pour ce but, ou bien un médecin qui va visiter un malade, ou encore un touriste en excursion.

Parmi toutes ces suppositions *une seule* est très probable, c'est le motif immédiat que nous attribuons à la course de ce voyageur ; il court de peur de manquer le train.

Les autres hypothèses sont simplement probables.

Tout à coup quelqu'un entre dans la chambre et me dit : je viens de voir monter dans le train un voyageur qui portait une valise, il arrivait tout essoufflé et son domestique qui l'attendait devant le wagon lui a donné un alpenstock, une gourde, une grande boîte verte et quelques livres.

Voilà les hypothèses primitives qui s'éclaircissent : non, ce n'est pas un homme qui voyage pour affaires, c'est sûrement un touriste qui va dans les montagnes pour marcher, prendre de l'exercice et cueillir des fleurs.

En poursuivant plus loin l'enquête, on apprend que dans les livres remis au voyageur se trouve une flore ; plus de doute, c'est un *botaniste en excursion*.

Voilà le résultat de la méthode scientifique appliquée logiquement.

Analysons les *entités* acceptées dans ce cas et provenant logiquement des faits.

L'homme et les objets qu'il porte, voilà les seules *entités réelles* observées.

La *crainte* de manquer le train, la *certitude* qu'en

courant il arrivera plus vite qu'en marchant, voilà les *entités rationnelles, immédiates* qui, après l'enquête, atteignent pour l'observateur un degré de *certitude égal* à celui des *entités matérielles*.

Enfin le désir d'étudier la *flore d'une montagne* paraît avec un *grand degré de vraisemblance* être l'objet du voyage de ce botaniste.

L'étude scientifique de ce *voyageur courant* est terminée.

Nous avons pris un cas où l'*homme* est observateur, et juge dans ses actes un autre homme.

Les *motifs* attribués ici aux mouvements du voyageur prennent un caractère de *sécurité* et d'*évidence* sur lequel il est à peine besoin d'insister.

Nous savons que la *crainte de manquer le train* est un fait psychique pour nous *aussi certain* que la vue du chemin sur lequel court l'homme en retard.

Essayez de porter le doute sur cette *entité rationnelle* et vous éprouverez la même impression que si l'on vous disait que la vue du voyageur est due à une *erreur*.

Ces deux sortes de vérités s'équivalent complètement.

Dans l'observation des phénomènes naturels, les *désirs,* les *craintes de la Nature* nous échappent complètement.

Nous ne pouvons invoquer à notre secours ni le *témoignage,* ni les *inductions vraisemblables,* ni même un enchaînement logique des faits observés.

Pour employer la vraie signification des mots, les *causes finales,* qui chez l'homme commandent toutes ses

actions, quand elles ne sont pas folles, ne se laissent plus observer, ni constater directement dans la *Nature*.

Alors notre logique flotte incertaine à la recherche des *pourquoi*.

Elle se contente d'observer, d'analyser et de rechercher les *comment*.

Les *pourquoi* se presseront de plus en plus comme des questions impérieuses, dans les phénomènes naturels, au fur et à mesure que les sujets observés se rapprocheront de l'*homme*.

Il est nécessaire d'élucider à fond ce point important avant d'examiner les *entités rationnelles* en science.

Je vois les astres briller par une belle nuit étoilée ; cette vue grandiose amène tous les hommes aux méditations.

Que sont ces points lumineux ? à quelle distance sont-ils ? quelle est leur dimension ? etc., etc.

Ces questions conduisent à l'étude directe de la *carte du ciel* et à la constatation des situations respectives des astres entre eux.

On trouve que quelques-uns de ces astres se meuvent et que d'autres restent fixes.

Comment expliquer ce mouvement ?

Dans l'étude de l'astronomie, qui se base sur les observations pour arriver à expliquer le *comment les astres bougent* et se meuvent dans le ciel, on ne fera pas intervenir de *motifs passionnels*, de *désirs*, de *craintes*.

L'astronome sent très bien que le *comment* doit *par nature* s'arrêter à l'explication logique des faits, et que toute idée de *cause finale* doit être abandonnée dès l'origine de cette étude.

Lorqu'on aura trouvé une *cause simple,* expliquant, sans effort et logiquement, tous les phénomènes du mouvement des planètes, des satellites, etc., etc., l'astronomie aura accompli sa *tâche en totalité.*

Et le *but,* dira-t-on, le but que nous devons prêter à tous les phénomènes naturels par anthropomorphisme? Eh bien, oui, *ce but, il existe,* seulement comme nous sentons fort bien qu'*aucune observation quelconque* ne peut nous mettre sur la voie du *but* poursuivi par la Nature, nous abandonnons cette recherche contenant un *désir latent, non assouvi,* parce qu'elle est *irréalisable.*

Notre pensée, toujours tournée vers le ciel, semble contempler dans une infinie poésie, les régions inconnues d'où nous viennent, selon les poètes, toutes nos joies, toutes nos peines, tous nos espoirs; notre raison s'incline, mélancolique et attristée, devant le rideau noir qui ferme notre horizon! Nous ne saurons jamais la Raison des choses!

L'étude des *comment* intervient donc seule dans l'*astronomie* et la *physique des corps inanimés.*

Dès que la *vie apparaît,* outre les *comment* on sent immédiatement naître les *pourquoi.*

Dans *quel but* la Nature a-t-elle donné à des arbres les *racines,* les *feuilles?*

A l'origine des *pourquoi,* on se borne à restreindre la question pour ne la poser qu'aux *organes séparés.*

Ce que l'on appelle en physiologie *les fonctions des organes,* ce sont en somme *les réponses dissimulées aux pourquoi.*

Pourquoi le cœur a-t-il des valvules? ainsi que les veines?

On se rappelle que le célèbre Harvey, ayant observé les valvules des veines, se posa de suite la question du *pourquoi*.

Il découvrit la circulation du sang.

L'astronome, en suivant l'orbite d'une planète, se pose une question d'une toute autre portée, elle équivaut à celle qu'Harvey se serait faite en disant : Comment s'est fabriquée, formée cette valvule ?

L'étude du phénomène *en lui-même* étant l'objet de la recherche scientifique toutes les fois qu'un *but fonctionnel* n'est pas apparent, nous ne verrons, en science, apparaître le *pourquoi* qu'en *biologie*.

Il reste rudimentaire dans les autres branches et rentre dans les questions qu'aborde la *métaphysique*, ou dans ce que l'on peut appeler le *domaine des conjectures*.

On sait que certains insectes déposent leurs œufs dans le sol et placent auprès d'eux un autre insecte qu'ils mutilent de telle sorte qu'il ne puisse pas se sauver.

Peu après, l'insecte qui a pondu ses œufs s'éloigne et meurt.

Pourquoi l'insecte agit-il ainsi ?

Sait-il que les larves qui vont éclore mangeront l'insecte mutilé ?

La question est ici parfaitement à sa place.

La science de l'entomologie a le droit de se la poser et de tâcher de la résoudre expérimentalement.

Une plante est dans l'obscurité, on lui donne de la lumière d'un seul côté.

Deux ou trois jours plus tard toutes les feuilles se

sont orientées de telle façon que la lumière les éclaire *mieux* que précédemment, au moment où le premier rayon a pénétré dans la salle.

Pourquoi ce mouvement apparent des feuilles ?

La question *pourquoi* prend presque en biologie la prépondérance sur le *comment*.

Ces exemples suffisent pour montrer clairement que la véritable et complète recherche scientifique réclame la réponse aux deux questions : *comment* et *pourquoi*, et que c'est à contre-cœur que l'observateur abandonne le *pourquoi* dans l'étude de la *nature morte*.

Nous répéterons ici que sans ces deux questions, et sans le désir impérieux d'y répondre, le savant n'est qu'un *empiriste* qui s'arrête au début de la route.

Ces préliminaires bien compris, nous allons faire l'exposé des *entités rationnelles*, telles qu'elles résultent des constatations actuelles faites dans les différentes branches de la physique expérimentale.

Les *lois physiques* sont les réponses aux *comment* et nous ne trouverons que des *lois* dans toutes les sections de la physique traitant de la matière inanimée.

En *biologie* nous trouverons des *entités rationnelles* répondant aux comment : ce sont également des *lois ;* puis des *entités rationnelles* découlant des *pourquoi*, ce seront les *fonctions des organes*.

Attraction ou chocs. Le grand dilemme.

Un fait général est la constatation du poids des corps.

Les solides, les liquides et les gaz *ont un poids*.

La lune, satellite de la terre, a un poids par rapport à la terre.

La terre, satellite du soleil, ainsi que toutes les autres planètes, ont un poids par rapport au soleil.

En observant cette hiérarchie et cette absolue généralité dans les phénomènes, Newton a ramené tous ces faits à une loi simple :

« La matière attire la matière proportionnellement « aux masses attirantes et en raison inverse du carré « des distances qui séparent ces masses. »

Dès l'instant où cette loi fut trouvée, le système solaire a eu son calendrier calculé pour toutes les dates.

Laplace, en ajoutant le calcul des *perturbations* aux équations de Newton, permit de fixer, jusque dans ses moindres détails, l'équilibre du système solaire.

L'astronomie est complète.

La loi de Newton est la première *entité rationnelle* que nous offre la physique expérimentale.

Maintenant, dira-t-on, cette *attraction,* cause du mou-

vement elliptique des planètes, d'où vient-elle ? est-ce une propriété de la matière comme *l'inertie, inséparable de l'inertie,* propriété intégrante de tout ce qui a une *réalité objective ?*

La matière attire-t-elle la matière *à distance,* sans *l'intermédiaire actif du milieu où elle est plongée ?* a-t-elle reçu cette *propriété essentielle* à l'origine des temps, *primus incompréhensible à notre intelligence ?*

En somme l'inertie, ou la propriété essentielle de la matière de pouvoir résister aux forces, n'est pas plus extra-compréhensible que l'attraction à distance.

Si nous voulons rejeter cette *entité* parce que nous ne la comprenons pas, il faut la remplacer par quelque chose de plus *compréhensible* et d'*aussi simple,* et qui explique les faits observés.

Nous avons exposé au début de ce travail, comment on a essayé de remplacer l'*attraction à distance* par l'action dynamique du milieu où la matière est plongée.

On suppose que l'éther est doué de mouvements particuliers très rapides, mouvements qui auraient lieu dans tous les sens.

Lorsque deux corps seraient placés dans le voisinage l'un de l'autre, on admet que chacun protège une des faces de l'autre, celle qui le regarde.

Ces deux surfaces intérieures, mécaniquement protégées contre une partie des chocs de l'éther, recevraient *moins de chocs* que les parties extérieures des deux corps, de là naîtrait par *l'action unique du milieu actif, et doué d'énergie* l'effet de rapprochement des deux corps, *ou la force d'attraction.*

Comme nous l'avons dit dans l'exposé du matéria-

lisme, une semblable interprétation ou explication de l'attraction, supprime dans l'essence même la notion de force comme telle, pour la remplacer par l'action des chocs de l'éther sur la surface des corps matériels.

D'après la théorie imaginée pour ce cas, l'attraction mesurée répondrait à la même loi que celle de Newton.

Nous sommes ici en présence de *deux explications* qui, réunies par opposition, présentent tous les caractères *d'un dilemme :*

De deux choses l'une :

Ou bien la matière peut attirer la matière *sans l'intermédiaire du milieu ;* ce serait une propriété essentielle, caractéristique, au même titre que *l'inertie,* bien qu'incompréhensible.

Ou bien l'attraction à distance *n'existe pas,* ne peut pas exister, et les *chocs* de l'éther matériel, venant heurter la surface des corps avec des différences d'intensité variables, suivant l'écartement des dits corps, les rapprochent selon la loi newtonienne et expliquent le phénomène de la gravitation et de la pesanteur.

On ne peut pas sortir de là.

Si l'on concède la possibilité d'une force attractive comme *entité réelle,* nous nous en servirons comme *primus* pour l'explication de tous les phénomènes cosmiques. Si on la repousse, nous refusons toute entité réelle ayant le nom de *force* et nous remplacerons par des *chocs* et leur *action* sur la *matière* toute cause de *rapprochement des corps.*

Plus on réfléchira sur ces questions un peu abstraites, plus on se convaincra que le dilemme est absolument solide, sans porte de sortie.

Les entités logiques en physique et en chimie, de même qu'en astronomie, se ramènent aux *causes du mouvement,* c'est-à-dire aux causes nécessaires que notre esprit est forcé d'admettre pour concevoir le déplacement d'un corps inerte dans l'espace.

Que le corps considéré soit immobile d'abord et qu'il se meuve ensuite, ou bien qu'il modifie son mouvement en l'accélérant, le retardant, ou simplement en changeant de direction dans l'espace, la *cause* déterminant ces variations du mouvement du corps sera pour nous une *entité logique.*

En somme l'entité logique ne se démontre pas, ne se saisit pas comme un corps matériel, mais l'*existence de la cause* est pour notre pensée aussi certaine, aussi présente que la *matière pondérable.*

C'est ici que les deux grandes théories que nous étudions vont donner des explications tout autres et que nous pourrons facilement les différencier par la physique expérimentale.

En effet la *théorie matérialiste* répétera toujours et sans cesse: la cause du mouvement d'un corps n'*est,* et ne *peut être,* qu'un *mouvement antérieur* d'un autre corps, lequel mouvement s'est partiellement communiqué au corps considéré.

Pour cette théorie, qui refuse la notion de *force,* qui supprime par principe *toute action à distance,* la cause d'un mouvement ne saurait provenir que du *choc,* soit du *contact sans distance appréciable de deux corps matériels.*

Appuyons ici de toute notre force sur ces résultats inéluctables de la conception matérialiste.

Les *chocs,* soit le contact des corps en mouvement, sont les *seules entités logiques* du matérialisme.

Cette conséquence, que nous avons signalée déjà dès le début de cette étude, entraîne l'obligation, pour tous les *matérialistes convaincus,* d'expliquer la totalité des phénomènes cosmiques par la théorie des chocs.

Si cette théorie est insuffisante, ou ce qui est plus grave pour elle, si les faits observables et observés sont en contradiction avec elle, c'est le cas de dire que la théorie *matérialiste a fait banqueroute.*

La bataille est sans appel, c'est un combat *à mort,* car, pour rester dans la ligne tracée par le programme scientifique, si la théorie des chocs peut *valablement* expliquer la nature et ses phénomènes, si même on ne trouve que des *difficultés* d'explication sans opposition systématique et profonde entre cette théorie et les faits, *nous devons l'admettre comme la plus simple* et présentant le plus haut degré *d'unité* dans la diversité des résultats.

Il est par conséquent indispensable de serrer l'étude qui nous occupe ici de très près et de fixer ce qu'enseignent dans les universités d'Europe les leçons des maîtres de la science.

Astronomie.

L'astronomie a accepté aujourd'hui la loi de Newton.

On admet que les astres *s'attirent* en raison inverse du carré des distances et proportionnellement à leur masse.

Les éphémérides de toutes les planètes et des comètes obéissent absolument à cette loi.

Cette *force,* considérée comme cause du mouvement des astres, est appelée *gravitation.*

La vraie cause de la gravitation nous échappe.

Nous devons nous efforcer, par le moyen d'expériences bien conduites, à discerner laquelle des deux théories explicatives proposées est la vraie.

Beaucoup de physiciens et d'astronomes, ne considérant que la surface des choses, ont cru que tous les phénomènes dus à la gravitation devaient être identiques, que celle-ci fût une propriété primitive, ou au contraire qu'elle ne fût que l'effet secondaire du mouvement de la matière et des chocs dans le *milieu* où gravitent les astres.

Ne constatant la présence directe d'aucun choc visible, les matérialistes admettent les chocs de l'éther.

Deux astres se font *ombre* réciproque, se masquant l'un l'autre comme des boucliers.

Les surfaces intérieures qui se font face, reçoivent moins de chocs que les surfaces extérieures exposées à tous les coups.

C'est l'*éther* en mouvement qui serait l'auteur de ces chocs.

Cette théorie, la base du matérialisme, repose entièrement sur un postulat qui s'exprime :

La matière étant inerte, il ne peut être exercé d'action à distance par un corps matériel sur un autre que par l'intermédiaire du milieu où ils sont plongés tous deux.

Admettre comme *primus,* pour l'explication des lois astronomiques, que la matière attire à distance la matière sans l'*intervention active* du milieu, semble pour certaines natures une *supposition monstrueuse !*

Newton a dit lui-même :

« Les mouvements des astres mobiles dans le ciel « s'effectuent comme si la matière attirait la matière. »

Il refuse d'admettre cette propriété comme fondamentale et penche plutôt pour une explication mécanique de l'attraction.

On voit par là à quel point la théorie matérialiste, qui exige l'intervention du milieu pour l'explication de la gravitation, trouve un terrain fertile dans les esprits non prévenus.

En réalité nous aimons par *instinct* à faire de la nature *morte*.

L'explication de tous les phénomènes concernant la matière inerte par la seule supposition des mouvements

antérieurs qui se transmettent sous des formes multiples, nous sourit davantage, de prime abord, que l'admission de *forces* dans la *masse,* indépendamment de la force vive actuelle, soit de la vitesse acquise des corps considérés.

Nous voulons construire la nature *a priori,* comme les anciens avaient admis la *circonférence,* la plus parfaite des courbes, pour l'orbite des planètes !

C'est un écueil contre lequel il faut se protéger.

En considérant très attentivement les origines de nos croyances sur les causes de la *gravitation,* nous pouvons constater qu'elles proviennent toutes des oppositions puissantes qui se dressent devant nous entre les êtres vivants, à mouvements volontaires, et les êtres inorganisés tels que les cristaux et les différents corps chimiques.

Autant nous sommes enclins à prêter aux animaux des volontés, des désirs, des motifs, autant nous les refusons avec énergie aux corps morts, autant nous dépouillons ceux-ci avec conviction des attributs de la vie et nous les faisons peut-être plus *cadavres* qu'ils ne le sont vraiment.

En quoi pouvons-nous trouver les limites logiques des propriétés fondamentales de la matière ?

Nous avons dit au début de cette étude que la notion de l'*inertie* était *obligatoire* pour notre *connaissance* de l'existence de la matière et du monde extérieur, mais quant aux causes des mouvements, nous avons dû les laisser inconnues, remettant à l'analyse expérimentale le soin de distinguer les plus probables, les plus logiques.

Le *primus* des explications mécaniques ne s'*explique pas,* il s'admet tout simplement.

Si les expériences nous montrent que l'*attraction à distance* satisfait mieux à l'interprétation des phénomènes cosmiques que l'attraction par l'intervention active du milieu, appliquons la méthode scientifique et inclinons-nous !

Examinons sans parti pris.

Cet examen si capital des origines de l'attraction se fera mieux en épuisant d'abord la liste des *noms* adoptés dans la science pour les *entités logiques,* en nous bornant à celles de ces entités qui se rapportent aux phénomènes étudiés en *science inorganique,* c'est-à-dire aux phénomènes d'où la vie est exclue.

C'est cet examen qui va suivre.

Physique.

En *physique* les différents phénomènes observés sont attribués :

1° à la *pesanteur,* attraction terrestre.

2° à la *cohésion,* attraction moléculaire.

3° à l'*élasticité,* propriété accessoire de la *cohésion.*

4° à la *capillarité,* propriété des liquides mouillant d'autres corps.

5° à l'*occlusion*, propriété attractive des corps solides pour les corps gazeux.

6° à la *solubilité*, propriété d'attraction des liquides, des solides et des gaz qui se mélangent par solubilité.

7° à la *cémentation*, attraction des solides par les solides, les liquides et les gaz, sous l'influence des hautes températures.

8° à la *force expansive des gaz*, propriété fondamentale de la matière à l'état gazeux.

9° à la *force magnétique*.

10° à l'action réciproque des courants électriques réglée par les *lois d'Ampère*.

11° à l'action des *ondes électriques* (phénomènes de Hertz, de Röntgen).

12° à la *force calorifique* et aux ondes rayonnantes calorifiques.

13° aux *ondes acoustiques*, dans tous les milieux transmetteurs des sons.

14° aux *ondes lumineuses*.

Tout phénomène de physique est toujours ramené à l'une de ces 14 causes de mouvement acceptées aujourd'hui comme les *entités logiques* de la physique contemporaine.

Nous ajouterons immédiatement une 15ᵉ entité logique qui a droit de cité depuis longtemps dans les calculs mécaniques, mais qui n'a passé que tout récemment dans l'enseignement universitaire, c'est le *potentiel*.

Le potentiel en mécanique.

On peut désigner ainsi toute quantité d'énergie qui disparaît d'un système mécanique quelconque sans qu'on puisse préciser exactement où cette quantité de travail s'est logée.

Par contre cette quantité de travail redevient *actuelle* si l'on fait *machine en arrière,* si l'on modifie la situation finale du système pour le ramener à la situation première.

Prenons un exemple :

Nous soulevons une pierre à une certaine hauteur, nous la laissons là un temps indéterminé.

Le travail dépensé s'est transformé en *potentiel.*

Nous ne savons pas où il est pendant toute la durée du stationnement de la pierre.

Vient-on à laisser redescendre la pierre au niveau d'où elle était partie, elle rend en travail actuel et en force vive tout le travail consommé autrefois pour lui faire exécuter son ascension.

Le potentiel, dans ce cas, résulte uniquement d'un *fait général* observé.

Aucune démonstration ne peut en être faite.

On constate que la gravitation, la pesanteur, l'élas-

ticité, la cohésion, la compression des gaz, etc., sont susceptibles de produire dans les phénomènes spéciaux qui les caractérisent, des formes de *potentiel* (réel ou apparent).

La *bouteille de Leyden* est une manifestation du potentiel électrique.

Un *ressort bandé* représente le potentiel de l'élasticité.

Un réservoir d'acier, contenant du gaz comprimé, est l'expression du *potentiel* emmagasiné pendant la compression du gaz, etc., etc.

Entre ces divers *potentiels* il y a des *différences profondes :* dans certains cas le potentiel rend la *totalité* du travail disparu, dans d'autres cas on ne retrouve qu'*une partie* de ce travail.

Ces différences sont d'une valeur capitale dans l'examen logique des causes du mouvement.

Le sujet nous paraît assez neuf pour l'élucider avec les développements nécessaires un peu plus loin.

En suivant la marche logique de notre étude, nous indiquerons d'abord les causes de mouvement en chimie pour reprendre ensuite l'étude spéciale du *potentiel* qui s'applique également à toutes les sciences de la nature morte.

Chimie.

En chimie nous trouvons comme cause de mouvement :

1° L'*affinité,* soit la force qui réunit intimément des corps hétérogènes pour former un corps nouveau dont les propriétés sont fondamentalement modifiées, et n'ont souvent aucun point commun apparent avec celles des constituants.

2° Les *forces* dites *catalytiques*.

Les corps agissent, dit-on, par leur seule *présence*.

Ils sont l'occasion de phénomènes chimiques spéciaux qui n'auraient pas lieu s'ils n'étaient pas là.

Inutile d'ajouter que depuis longtemps déjà on tâche de rejeter ces forces hors du bagage et du langage scientifiques.

Nous ne connaissons pas d'autres entités logiques en chimie que les deux causes sus-nommées.

Le potentiel en chimie.

Ici le *potentiel* existe comme en *astronomie* et en *physique*.

Il représente la force que contient en provision de

la *poudre,* ou que peut produire une réaction quelconque susceptible d'intervenir entre deux ou plusieurs corps en présence.

Le potentiel chimique peut également être *négatif;* il se trouve alors l'homologue du potentiel négatif en mécanique.

C'est le cas d'un système de pièces articulées qui obligent un poids, actuellement dans une position inférieure, *à monter* à une hauteur plus grande pour accomplir le mouvement considéré.

Ce travail *à effectuer* se chiffre comme un potentiel négatif, c'est-à-dire que nous devons le retrancher de la somme des forces vives actuelles du système pour en connaître la valeur à la fin du mouvement étudié.

En chimie, certaines réactions se produisent spontanément lorsque des corps sont en présence et en contact intime; elles *absorbent de la chaleur* au lieu d'en *fournir;* ce sont les *réactions endothermiques,* appelées ainsi par l'illustre chimiste Berthelot.

Toutes les fois qu'une réaction endothermique s'effectue dans un milieu quelconque, le potentiel négatif absorbe l'énergie sous forme de chaleur perdue, transformée.

On ne sait pas encore exactement jusqu'à quel point les énergies électriques, acoustiques ou lumineuses peuvent, dans leur forme caractéristique, compenser le potentiel négatif des réactions endothermiques.

On sait seulement que de fortes commotions atmosphériques, des rayons lumineux, des étincelles électriques peuvent donner naissance à l'*onde explosive*

qui détruit les combinaisons obtenues par les réactions endothermiques.

Par réciprocité on peut donc admettre que dans une certaine mesure ces sources d'énergie facilitent, en se transformant, les mêmes réactions qu'elles détruisent en séparant les constituants.

De toutes façons, dans l'ensemble des domaines de l'étude du mouvement de la *matière inorganique,* le potentiel revêt toujours le même caractère : c'est un *réservoir d'énergie* dont on connaît le contenu par la valeur de ce qu'on y a mis, mais dont on ne connaît ni la dimension absolue, ni la forme, ni la nature.

Appuyons de toute notre force sur ce point : le *potentiel,* en tant que potentiel, est une conception de notre esprit. Nous ne trouvons nulle part un *morceau de potentiel,* un fragment de potentiel !

Dès qu'une certaine quantité d'énergie disparaît dans un système mécanique, sans que nous puissions la retrouver, ni dans ce système, ni dans un phénomène concomitant calorifique ou électrique, magnétique ou lumineux, nous affirmons qu'elle s'est transformée en *potentiel.*

De fait cette manière d'envisager les choses est correcte puisqu'en replaçant les éléments divers dans leur situation respective primitive on fait réapparaître ce potentiel sous forme de force vive actuelle.

Il n'y a donc pas eu *perte, annihilation* de force vive, mais cette quantité a été masquée à nos sens pendant un certain temps et notre œil, incapable de distinguer *aucun corps* en mouvement actuel présentant l'équiva-

lence de la force détruite, oblige notre intelligence à créer un *mot spécial* pour expliquer le fait.

Le *potentiel* est donc surtout une *entité logique*.

On peut considérer le potentiel comme une grande armoire dans laquelle on enferme tout ce qu'on ne sait pas sur la situation actuelle d'une certaine quantité de force vive qui disparaît sans qu'on en puisse suivre les traces !

Le potentiel est le cri de l'*ignorance !*

Le potentiel est le cri de la *certitude* que la force vive ne peut pas se perdre sans équivalence.

Le potentiel est le cri de l'observation consciencieuse qui affirme qu'aucun corps ne recèle actuellement la force vive disparue.

Le potentiel est le cri des séries d'observations qui nous font savoir le retour des quantités d'énergie disparues, lorsqu'on revient en arrière dans les mêmes positions.

La création de la force vive et sa disparition spontanée étant *contre nature,* le potentiel devient la planche de salut logique, la bouée à laquelle nous nous attachons pour sauver du naufrage les bases mêmes de la mécanique rationnelle.

Le potentiel est né de ces différentes causes simultanées et nous n'avons pas dans tout le langage scientifique de terme plus bizarre et plus trouble.

Nous ne rencontrerons nulle part un substantif si chargé que celui-là.

Pour tout lecteur consciencieux le mot *potentiel* très certainement entraînera de longues méditations lorsque derrière ces quelques lettres, il voudra percer le vrai sens qui s'y rattache.

CHAPITRE VIII

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES ENTITÉS LOGIQUES POUR L'EXPLICATION DES PHÉNOMÈNES CONCERNANT LA NATURE MORTE

Nous voyons par tout ce qui précède que, quel que soit le nom donné à la cause du mouvement, une *force* est acceptée en principe comme *nécessaire*.

Plaçons la force dans la *matière,* ainsi qu'un capital primitif et indissolublement lié à sa constitution même, ou plaçons-la dans le *milieu* où se trouve la matière, n'octroyant à celle-ci que l'*inertie,* les choses se passent comme si la *force* opérait réellement.

La seule entité logique efficiente est donc la *force d'attraction*.

Expliquer l'ensemble des phénomènes physico-chimiques et astronomiques par *une seule force,* c'est suivre le cours logique de la pensée humaine.

Il faut donc voir si les mots *cohésion, affinité, gravitation, pesanteur, compressibilité des gaz, occlusion,* etc., etc., sont susceptibles logiquement d'être ramenés à une même cause commune, unique.

Si ce rapprochement est possible, s'il ne rencontre pas d'opposition systématique et ne se heurte pas contre des faits certains et contraires, la synthèse des différentes forces astronomiques, physiques et chimiques constituera un progrès réel.

C'est un jalon sur la route prescrite par la méthode scientifique appliquée avec sa rigueur stricte.

Lorsque nous discuterons plus loin les entités logiques des sciences biologiques, le lecteur comprendra parfaitement l'impossibilité de les grouper dans un même cadre avec celles des sciences inorganiques, de les réunir sous le même drapeau.

Rappelons ici que la nature morte ne réclame comme entité logique que la réponse logique aux « *comment* » sans toucher à la question des « *pourquoi.* »

Or, la question des « *comment* » se satisfait par trois éléments premiers et irréductibles : la *force,* le *temps* et l'*espace.*

Jamais nous ne saurions introduire la notion de *cause finale* dans la chute d'un corps, dans le calcul d'une éclipse, dans un phénomène de polarisation !

Mais, lorsque nous parlons des *fonctions du cœur,* de la *sève ascendante* chez les plantes, de l'*accommodation* de l'œil, des *muscles,* de la *construction des ailes des oiseaux,* etc. etc., la forme sous laquelle les « *pourquoi* » se présentent est si spéciale, la ques-

tion devient tellement impérieuse qu'elle s'impose avec plus d'autorité que celle des « *comment.* »

Nous verrons plus loin que l'école matérialiste ramènera ces *pourquoi* à la question des *comment,* et tâchera de les confondre dans le *monisme,* dernier refuge moderne des explications vagues d'une mécanique générale comprenant tout l'ensemble des êtres.

Cette théorie essaie de broyer ensemble et de mixturer la matière, la force, l'énergie, le potentiel, la cause finale, etc., etc., de faire de tous ces éléments un seul magma qui puisse satisfaire à tous les goûts.

Afin de rester clair, précis dans l'analyse des phénomènes de la nature, nous commencerons par résumer les entités logiques concernant uniquement les *corps inertes.*

Cette étude fera d'autant mieux sentir les différences fondamentales qui s'imposent dès que le mot *vie* est prononcé.

Nous faisons donc ici une modification apparente à notre programme en commençant l'étude critique des deux grandes théories en présence, le matérialisme et le spiritualisme, par l'examen des phénomènes de la physique expérimentale, ne concernant que la matière inorganique.

Voici par conséquent, et pour suivre le cadre qui vient d'être tracé, le résumé logique qui nous paraît représenter le plus exactement possible l'ensemble de nos connaissances actuelles sur les causes du mouvement dans le monde non doué de la *vie.*

CHAPITRE IX

SYNTHÈSE DES FORCES DANS LA NATURE MORTE

Au cours des chapitres précédents, où nous avons étudié les *entités réelles* de l'Astronomie, de la Physique et de la Chimie, nous avons vu que la *matière pondérable* et l'*éther* étaient les deux *réalités matérielles* uniques auxquelles nous soyons parvenu.

Il faut donc admettre *deux causes de mouvement* comme causes premières de tous les phénomènes quelconques observés dans ces sciences.

Ces deux causes seront :

1° L'attraction de la *matière* pour la *matière,* qu'elle soit ou non une propriété fondamentale et inséparable de l'existence même de la matière.

2° L'attraction de la *matière* pour l'*éther,* ou l'action réciproque de ces deux entités matérielles.

Pour ce qui touche à l'attraction de l'*éther* pour l'*éther,* nous ne parviendrons jamais à observer les phénomènes qui s'y rattachent, car l'éther ne nous est

révélé que par son effet sur la matière dite pondérable; l'éther pour lui-même nous échappe complètement.

Avec l'existence de la *matière pondérable* réagissant sur elle-même et sur l'éther, tous les phénomènes cosmiques de la *physique expérimentale,* se rapportant à la matière non organisée, doivent pouvoir logiquement s'expliquer.

La différence fondamentale qui sépare l'*éther* de la *matière pondérable,* qui rend l'un à l'autre irréductible, réside en ceci, c'est qu'avec des masses attractives égales, ces deux substances ont des valeurs différentes pour leur *inertie*.

Sans cette différence, l'éther et la matière ne se distingueraient que comme des substances chimiques hétérogènes.

Nous connaissons la loi de Newton pour le cas où les distances entre les corps sont relativement grandes.

Nous n'avons aucune notion quelconque de ce que devient l'attraction newtonienne lorsque les distances des corps deviennent de plus en plus petites.

Toutes les hypothèses sont ouvertes quant à l'attraction de la matière pour l'éther.

Nous avons donc le *droit* et le *devoir scientifique* de choisir, au milieu de celles qui se présentent à notre pensée, l'hypothèse la plus simple qui puisse donner une explication logique de l'ensemble des phénomènes observés.

Voici d'une façon très sommaire la conception que nous nous sommes faite de cette synthèse mécanique des phénomènes physiques :

Nous renvoyons le lecteur à l'Appendice, publié à la

fin de ce volume, pour plus de détails sur ces questions.

Nous admettons que la *matière attire la matière* selon une loi dont l'expression newtonienne constitue le terme *prépondérant* pour les grandes distances.

Aux petites distances, les autres termes interviennent et altèrent profondément la valeur numérique de cette attraction entre deux ou plusieurs masses.

Ces autres termes sont encore inconnus.

L'attraction de la *matière pour l'éther* suit une loi toute autre :

D'après une foule de physiciens et de mathématiciens qui ont étudié spécialement les phénomènes optiques dans les cristaux, Lamé entre autres, l'attraction de la matière pour l'éther serait *insensible* aux grandes distances.

Par contre, lorsque les espaces entre les masses attirantes et les portions de l'éther considérées deviennent très petites, les attractions croîtraient avec une extrême rapidité, en raison inverse de la 3^{me} ou 4^{me} puissance des distances.

Il est donc logique d'admettre que les attractions de la matière pour la matière et de la matière pour l'éther peuvent toutes deux s'exprimer en fonction des masses et des distances qui les séparent.

Nous pourrons employer des formes simples pour ces relations ; moins elles seront complexes, mieux la méthode scientifique sera satisfaite.

Puisque la matière occupe un *certain espace,* il faut admettre que l'éther ne peut pénétrer au centre de la masse elle-même, mais qu'il baigne la

matière sur sa surface extérieure, comme un corps immergé dans l'eau.

Grâce à ces conditions simples, nous voyons de suite que deux éléments matériels primitifs, *deux atomes,* prendront une position d'*équilibre stable* lorsqu'on leur permettra de se rapprocher l'un de l'autre.

Lorsque le volume d'éther déplacé par chaque atome sera attiré avec la même puissance effective que l'atome matériel lui-même, tout déplacement ultérieur ramènera *nécessairement* chaque atome à sa position première.

Il suffit que l'attraction de la matière pour l'éther croisse plus rapidement, que l'attraction de la matière pour elle-même dans le voisinage de ce point spécial d'équilibre stable.

Lamé indique dans sa très remarquable étude sur l'attraction de la matière pour l'éther que cette attraction doit croître, ainsi que nous le disions, en raison de la 3^{e} ou de la 4^{e} puissance des distances.

Si les deux fonctions d'attraction dont nous parlons sont fondamentalement différentes, l'*équilibre stable* de la matière, noyée dans l'éther, se trouvera toujours à la distance pour laquelle le volume d'éther déplacé présente une attraction égale à celle de l'atome matériel.

Ce point est fondamental, car il permet de concevoir dans leur essence même les *mouvements vibratoires calorifiques* et tout ce qui a trait à la théorie des ondes calorifiques et lumineuses.

Toute la théorie mécanique de la chaleur prendra corps sous forme d'hypothèses plausibles s'appuyant sur le mouvement des molécules matérielles.

De plus les déductions *a priori* que l'on peut tirer de ces considérations permettent des vérifications numériques et expérimentales.

Il y a une infinité de *fonctions* qui satisfont aux conditions dont nous venons de parler.

Pour arriver à les déterminer numériquement, il faut les étudier dans leur forme générale, tirer toutes les conséquences qui se déduisent logiquement de cet ensemble de faits, discuter ces problèmes en laissant les valeurs indéterminées et enfin, *par des expériences bien faites,* éliminer toutes les formes de fonctions qui ne sont pas conformes aux faits observés.

Les seules fonctions d'attraction de la matière pour la matière et de la matière pour l'éther, qui auront résisté à ce travail d'épuration méthodique, seront à conserver comme plausibles.

Par un travail continu, expérimental et de critique théorique, portant sur des observations de plus en plus nombreuses et serrées, et demandant de longues années d'une active collaboration, les physiciens parviendront à opérer le triage définitif de ces fonctions restées nébuleuses qu'ils dégageront et qu'ils préciseront peu à peu.

Dès que l'on admet la *possibilité rationnelle* de l'équilibre stable de deux molécules qui ne se touchent pas, par le simple fait des actions réciproques de la matière sur l'éther, tous les phénomènes de la physique sont ramenés aux lois de l'*astronomie* ou de la *mécanique rationnelle*.

En effet, les *deux fonctions d'attraction* remplacent

la *loi de Newton,* mais les équations du problème se posent de la même manière.

Ce sont les mêmes raisonnements partout.

Il n'y a plus qu'une *seule variable indépendante, la distance des corps qui s'attirent.*

Les définitions théoriques découlent alors d'elles-mêmes et permettent de jeter une foule de *ponts nouveaux* et imprévus entre des sciences qui semblaient tout à fait distinctes.

Continuons l'étude qui nous occupe pour appliquer cette méthode aux mouvements moléculaires.

Il est bien entendu que dans cette partie de notre travail nous excluons systématiquement toutes les équations, tous les calculs numériques.

Nous nous contentons ici de décrire d'une façon simple la marche des phénomènes, les conclusions générales auxquelles on parvient par l'analyse mathématique, afin de permettre au lecteur de jeter une vue d'ensemble sur la physique expérimentale et de concevoir sous une forme plus simple les *entités logiques* qui découlent de l'histoire observée des phénomènes de la nature morte.

Dans ce travail synthétique, résumé très raccourci d'une vaste étude cosmogonique, nous omettons volontairement le nom des physiciens qui les premiers ont ébauché les différentes hypothèses passées en revue et analysées dans leurs conséquences.

L'époque où ces hypothèses ont vu le jour, et la personnalité de leurs auteurs, sont deux facteurs étrangers à la valeur intrinsèque de l'œuvre.

CHAPITRE X

RELATIONS SIMPLES ENTRE L'ASTRONOMIE, LA PHYSIQUE ET LA CHIMIE

Dès que nous avons adopté les deux fonctions d'attraction de la *matière pour la matière* et de la *matière pour l'éther,* telles qu'une position d'*équilibre stable* soit possible entre les molécules d'un corps *sans qu'elles se touchent,* sans qu'elles soient en contact absolu, nous pouvons immédiatement comparer l'*astronomie* à la *physique*.

Examinons l'ensemble des faits ressortissant de ces deux sciences :

Astronomie.

En *Astronomie* nous voyons le soleil, au centre de son système, faisant graviter autour de lui toutes les

planètes, leurs satellites et quelques comètes, selon des orbites dont les éphémérides sont parfaitement connues.

Nous savons que toute planète et toute comète abandonne le système solaire pour devenir un astre errant, vagabond, lorsqu'à une *certaine distance* la force tangentielle due à sa vitesse dépasse une *valeur déterminée*.

En observant exactement plusieurs jours de suite une comète, les astronomes affirment avec précision que cet astre *quittera* ou *ne quittera pas* le système solaire.

Dans le second cas la comète devient *périodique*.

Remarquons que jamais les astronomes n'ont discuté de l'existence réelle du soleil, *ni des planètes,* et que ces astres se présentent à nous comme des portions définies de matière pondérable dont la *masse* est le facteur essentiel.

Suivant que les orbites des corps qui gravitent autour du soleil passent de l'*ellipse* à l'*hyperbole* par la transition *parabolique,* les valeurs numériques qui accompagnent ces changements sont indépendantes de la *nature chimique* et de la *densité* des corps célestes envisagés.

Les comètes qui ressemblent à de légères vapeurs, et dont la queue, et souvent le noyau, sont transparents, obéissent aux mêmes lois que la terre dont la densité moyenne est plus de cinq fois celle de l'eau.

La pesanteur.

La *pesanteur,* on le sait aujourd'hui, n'est que la suite logique des phénomènes astronomiques.

On a constaté expérimentalement qu'un kilogramme placé au sommet d'une maison est moins fortement attiré que dans la cave.

Les variations de la pesanteur et sa valeur absolue sont exactement soumises à la loi de Newton.

Or, on observe que *tous les corps* tombent avec la même vitesse sur la terre, indépendamment de leur nature chimique.

On peut également calculer la *hauteur exacte* où tous les corps quelconques abandonneraient la terre pour toujours, si on les projetait avec une vitesse de bas en haut donnée ; cette hauteur et cette vitesse seraient les mêmes pour tous les corps.

La *hauteur critique* est l'homologue de la *distance critique* à laquelle les astres quitteraient le système solaire, animés à cette distance-là d'une certaine vitesse.

Les comètes et les planètes agissent donc par rapport au soleil comme les objets et les corps divers par rapport à la terre.

Les *distances critiques* et les *vitesses* sont seules variables dans ces comparaisons.

Le *pendule* a permis de mesurer exactement la valeur numérique absolue de la pesanteur sur la plupart des points du globe.

Les *éléments des éphémérides* des planètes donnent les valeurs similaires pour l'attraction solaire.

Ainsi, à part l'énorme différence dans les grandeurs absolues des corps, des forces, des vitesses, tous les phénomènes que nous étudions à la surface du globe, concernant la chute des corps, les lois de la balistique, les marées, le pendule, ne sont que l'application rigoureuse des équations de Laplace, dans lesquelles les distances et les masses engagées sont excessivement réduites.

On peut dire que la machine d'Atwood, avec laquelle on démontre dans les laboratoires les lois de la pesanteur, est un petit observatoire avec lequel on fait de l'astronomie en chambre.

La cohésion.

Quand les distances entre les corps qui s'attirent deviennent de plus en plus petites, l'*effet de l'éther* commence à se manifester.

Pour donner une définition exacte de la *physique*

proprement dite, et pour la séparer nettement de l'astronomie, nous pouvons dire qu'*elle commence à l'étude des phénomènes astronomiques dans lesquels l'éther joue un rôle actif sensible.*

Nous ne savons pas à quelle fraction de millimètre commence ce rôle actif de l'éther, nous savons seulement que la distance est *très petite.*

La *cohésion* est l'expression de l'attraction de la matière pour la matière dans tout le domaine des phénomènes physiques.

Les gaz.

L'observation de tous les faits de la physique proprement dite, montre que la *cohésion* est faible, très faible, presque insensible dans les gaz, et encore ici, faut-il s'entendre avec beaucoup de soin sur les *termes.*

La propriété fondamentale des gaz et des vapeurs est leur *pouvoir d'expansibilité* indéfini.

C'est donc une propriété *diamétralement opposée* à la signification du mot cohésion, soit à l'attraction des molécules ou atomes lorsque leur distance diminue.

Mais l'observation des variations de la température des gaz lorsqu'ils produisent un travail de détente, c'est-à-dire lorsque les molécules se séparent les unes

des autres pour augmenter leur distance réciproque, démontre que cette séparation ne s'effectue pas sans un certain *travail intérieur* qui ne peut être que l'écho de la *cohésion* moléculaire des gaz, dissimulée par l'état gazeux, qui rend cette cohésion non apparente sans ces vérifications un peu complexes.

Ces points, du reste, vont devenir plus clairs lorsque nous parlerons des phénomènes calorifiques.

L'état liquide.

La première condensation de l'état gazeux, nous montre la matière à l'*état liquide*.

Ici la *cohésion* est déjà sensible, les molécules liquides s'attirent les unes les autres, avec une grande puissance.

Toute la *capillarité* est la conséquence de ces forces attractives dont l'intensité varie beaucoup d'un corps à l'autre.

Nous voyons aussi par la grande quantité d'énergie qu'il faut fournir aux liquides pour les réduire en vapeur, la valeur élevée du travail de la cohésion sous cette forme spéciale de la constitution de la matière.

Les *chaleurs latentes de vaporisation* donnent l'estimation numérique du travail de la cohésion pour

1 kilogramme de liquide dont on rompt toutes les molécules pour les ramener à l'état de vapeur.

Ici la *cohésion* apparaît à deux degrés, si l'on peut employer ce terme sans ambiguïté :

Chaque molécule a une cohésion intérieure qui lui est propre, puis un groupe de molécules liquides, mouillant d'autres corps liquides ou solides, deviennent plus ou moins solidaires avec eux, forment un tout lié par les attractions capillaires.

Remarquons qu'une *condensation* de molécules gazeuses passant à l'état liquide *comporte obligatoirement* la réunion d'au moins *deux molécules gazeuses* qui se soudent pour n'en faire qu'une ensuite, mais liquide.

Le volume d'une molécule liquide contiendra donc *toujours,* et sans aucune exception, un poids de matière plus grand que ne le comportait le volume des deux molécules gazeuses libres avant la condensation.

Pour bien faire entendre ce point et éclaircir ce qu'on peut appeler le volume d'une molécule, nous dirons qu'un millimètre cube d'espace contiendra un *poids* de matière plus grand lorsque les molécules qu'il renferme seront *liquides* que lorsqu'elles restent gazeuses.

Comme conséquence des lois de la pesanteur, nous pouvons donc affirmer que *sans aucune exception* également, les liquides issus de la liquéfaction des vapeurs, iront toujours s'assembler au bas du réservoir qui les contient tous deux, le liquide ayant nécessairement une densité supérieure à celle du gaz qui le forme.

Les molécules liquides agissant les unes sur les autres, on observera comme effet de la capillarité (la cohésion au 2e degré) la formation des ménisques, la réfraction, la dilatation, etc., en un mot, on verra apparaître tous les phénomènes propres aux liquides.

La condensation de la première molécule liquide peut réunir une foule de molécules gazeuses, nous savons qu'il doit y en avoir au moins *deux,* c'est *la plus simple* de toutes les condensations possibles.

L'état solide.

Nous voyons les corps solides naître des liquides également par condensation.

Nous appliquerons donc ici les mêmes principes :

Il faut au moins deux molécules liquides pour former une molécule solide ; seulement comme chaque molécule liquide contient au minimum deux atomes gazeux, on voit qu'une molécule solide sera toujours composée d'au moins *quatre atomes* ou de quatre molécules *élémentaires du corps.*

Cette conséquence forcée des hypothèses où nous nous sommes placés, pour suivre d'une façon logique les faits de l'astronomie se transformant progressivement en phénomènes physiques, nous renseigne immédiatement sur les caractères spéciaux des solides.

Avec quatre atomes s'attirant, naissent immédiatement les *couples,* soit des forces agissant dans un milieu dont les molécules sont les points d'appui, ces forces faisant entre elles des *angles*.

Toutes les propriétés connues des corps solides se déduisent *a priori* de cette constitution de la molécule solide élémentaire.

En effet, prenons une molécule liquide élémentaire comme base, fixons, à l'*état d'équilibre stable,* une deuxième molécule liquide qui se placera dans une position définie bien précise par rapport à la première, fixons-en une troisième, puis une quatrième et ainsi de suite.

On voit immédiatement que chacune des molécules liquides se *polarisera* dans une *position élective* qui sera celle de l'équilibre stable et que toutes se juxtaposeront en se plaçant dans la *même position*.

Ainsi la formation naturelle d'un corps solide par la chute normale d'une série de molécules liquides, s'associant les unes aux autres et se soudant par la cohésion, donnera toujours naissance à un *cristal*.

Lorsque les molécules sont en équilibre indifférent, le corps solide est *amorphe* et ne présente plus, par principe, les formes cristallines. Celles-ci sont nécessairement produites par une *orientation* des molécules.

Le corps solide prend naissance sur toutes les faces actives de la molécule liquide élémentaire.

Or celle-ci peut être composée de plusieurs molécules gazeuses et peut affecter toutes les formes des polyèdres.

Les 6 systèmes de cristallisation découlent de ces formes diverses de la molécule primitive.

La loi de l'*isomorphisme* dans la cristallisation des solides devient également naturelle *a priori*.

On peut déduire de la construction méthodique des molécules solides :

La *dureté* des corps solides;

Leur *élasticité,* si on essaie de les déformer;

Leur *compressibilité,* etc., etc.

En un mot, toutes les propriétés générales des solides sont la conséquence des *couples* qui apparaissent dès la liaison de deux molécules liquides.

Phénomènes calorifiques.

En adoptant les bases de la synthèse des corps sous leurs trois états résultant de l'action combinée de l'attraction de la matière pour la matière et pour l'éther, nous pouvons facilement concevoir ce que peuvent être les *mouvements calorifiques* et *lumineux*.

Nous allons retrouver ici des analogies intenses avec les phénomènes de l'astronomie :

Lorsque nous aurons constitué une molécule solide, la plus élémentaire possible, nous la verrons nécessairement formée de quatre atomes gazeux, réunis deux à deux sous la forme de deux molécules liquides.

Ces quatre atomes gazeux peuvent être amenés à l'*immobilité absolue*.

Il est possible d'admettre qu'on les rapproche artificiellement avec une pince microscopique et qu'on abandonne chacun de ces éléments dans sa position finale de l'équilibre stable.

A cette place, la molécule solide composée de ses quatre éléments est dépourvue de toute *force vive actuelle*, aucun mouvement ne saurait se percevoir nulle part.

Chaque atome déplace dans la position qu'il occupe un volume d'éther dont l'attraction, à cette même place, serait identique en valeur numérique à la sienne propre.

C'est là ce qui caractérise l'équilibre stable, puisque tout déplacement de ces atomes gazeux, dans un sens ou dans l'autre, fait naître une force qui tend à les ramener vers cette position limite.

Envisagée dans cette immobilité absolue, dans cet anéantissement de toute énergie visible, la molécule solide caractérise la *mort physique complète*.

Nous dirons qu'elle est au *zéro absolu des températures*, acceptant dès l'entrée que l'*énergie calorifique* est identique au travail mécanique manifesté par les forces intérieures, soit par la cohésion.

Nous comparerons cette molécule solide, portée au froid le plus intense qu'on puisse obtenir, avec un pendule arrêté dans sa position verticale et immobile.

Nous ne pouvons pas concevoir un pendule plus immobile qu'au repos absolu.

Nous ne pouvons pas concevoir une molécule solide plus froide qu'au *zéro absolu des températures*.

Vient-on à *frapper* cette molécule solide (et cela avec deux masses identiques agissant sur les faces opposées, pour n'avoir pas à considérer les mouvements de déplacement dans l'espace de la molécule, mouvements qui rentreraient dans l'étude de la balistique), on voit de suite que les quatre atomes gazeux vont quitter leur position d'équilibre, et se mettre à osciller autour de cette position en suivant une trajectoire dont la forme sera un ellipsoïde de révolution.

La théorie de ces mouvements oscillatoires est régie par les équations générales de Laplace concernant le système solaire.

La loi de Newton est remplacée par les deux fonctions caractéristiques de l'attraction de la matière pour la matière et pour l'éther.

A part cette introduction de l'*influence de l'éther*, la physique moléculaire de la cohésion est régie par les lois de l'astronomie, transformées pour des astres microscopiques placés à des distances très réduites.

De fait les oscillations de ces quatre molécules gazeuses (il y en a peut-être beaucoup plus, quelques milliers ou milliards) sont des oscillations pendulaires ; les quatre molécules sont semblables entre elles comme masse et volume, les forces qui agissent sur elles sont semblables, donc les *périodes* du mouvement oscillatoire doivent correspondre très exactement à des *durées* calculables par la *force* et l'*inertie* mises en jeu dans chaque oscillation.

Chaque molécule solide a donc un *rythme* qui lui est propre.

Une oscillation complète se compose de deux phases:

Dans la première, la molécule gazeuse choquée par l'extérieur, pénètre plus avant dans l'intérieur de la molécule solide dont elle fait partie intégrante.

L'éther réagit, car dans notre hypothèse, l'attraction d'un même volume d'éther à cette place est supérieure à l'attraction de la matière pour elle-même; la molécule est donc repoussée au dehors, elle franchit la zone d'équilibre stable, puis elle continue son chemin en vertu de la vitesse acquise.

C'est le commencement de la seconde phase:

Les attractions changent de signe dans cette seconde phase, la matière attire la matière plus fortement que l'éther.

Comme conséquence, la molécule épuise sa vitesse, et rétrograde vers la position d'équilibre stable primitive.

Une deuxième oscillation commence, et ainsi de suite jusqu'à l'épuisement de l'énergie introduite par le choc dans la molécule solide.

Comme le *milieu,* l'*éther,* est parfaitement élastique, la déperdition de l'énergie ne se fait dans ce cas que par *rayonnement.*

A chaque demi-oscillation, l'éther, au sein de la molécule solide, subit une compression qui se traduit au dehors de cette molécule par une onde dont elle est le centre.

A la demi-oscillation suivante, l'éther, au contraire, ramène la molécule qui s'éloigne vers les autres molé-

cules, l'onde de l'éther est de signe opposé, mais conserve le même centre, celui de la molécule solide.

Ainsi à chaque oscillation calorifique, le déplacement de ces quatre atomes projette des ondes dans l'éther environnant, ondes qui sont l'*écho* exact de ce qui se passe au sein de la molécule elle-même.

Le mouvement ellipsoïdal des orbites moléculaires étant périodique, rythmé, le rayonnement de l'éther retracera ce rythme, soit la *longueur d'onde* caractéristique pour ce rythme.

Si donc par l'étude de la réfraction, on peut arriver, en se servant de prismes, à *analyser* l'onde émise par une molécule solide, on saura y distinguer les éléments qui règlent le rythme pendulaire.

Ces éléments sont :

1° L'inertie de l'atome, proportionnelle au *poids atomique chimique*.

2° La force qui produit le mouvement de l'atome, c'est-à-dire d'une part le *volume atomique* déplaçant l'éther, et d'autre part l'*amplitude* de ce déplacement.

L'*analyse spectrale* nous renseignera sur la *nature chimique* des corps et sur la *température* à laquelle ils sont portés quand on les observe.

Nous touchons ici aux *vraies définitions* de l'astronomie *moléculaire :*

Nous appelons température de la molécule : l'*amplitude moyenne* de l'oscillation.

Nous nommons *chaleur spécifique*, la valeur de la *force moyenne* qui est nécessaire pour déplacer, le long de l'orbite moléculaire, la molécule pendant son oscillation.

Le produit de ces deux quantités : la force, et l'espace

parcouru par cette force, est le travail de la *cohésion* pendant une oscillation calorifique, c'est la somme de *chaleur* qu'elle contient.

La cohésion moléculaire explique ainsi tous les phénomènes calorifiques et permet de concevoir dès leur origine les bases mêmes de la thermodynamique, l'équivalence des quantités de chaleur avec des quantités de travail mécanique.

Il convient de donner à tout cet ensemble de faits un caractère absolument précis, conçu en termes tirés de l'analyse mathématique.

Nous ne voudrions pas, cependant, nous servir dans cet ouvrage, destiné au grand public, d'une forme trop aride ; nous ne ferons donc qu'exposer en raccourci une vaste théorie, susceptible de faire comprendre dans ses grandes lignes comment l'astronomie peut servir à l'interprétation de tout ce qui touche aux phénomènes moléculaires.

Si nous récapitulons maintenant ce qui vient d'être dit, on va voir que toutes les lois de la théorie mécanique de la chaleur découlent *a priori* de ces prémisses bien comprises.

Nous rappelons que la *cohésion,* soit la force d'attraction qui tend à ramener les molécules à leur position d'équilibre stable, s'appelle la *chaleur spécifique*[1].

[1] Voici les définitions exactes des mots *température* et *chaleur spécifique :*

Si nous projetons sur trois axes OX, OY, OZ, l'orbite moléculaire d'une oscillation calorifique parcourue par une molécule d'un corps solide, par chaque élément *ds* de la trajectoire nous mènerons une tangente.

En projetant sur les trois axes l'élément d'arc parcouru, les cosinus

Le *chemin parcouru* par la cohésion dans une oscillation calorifique, ou chaleur spécifique, est la *température* de cette molécule.

Sur ces bases simples, nous pouvons *prévoir* et *calculer* les théorèmes caractéristiques de l'étude de la chaleur.

On constate d'abord que la *dilatation* des corps est, pour de petites variations, proportionnelle à la température : l'*explication rationnelle* du thermomètre est ainsi donnée.

La *loi de Dulong et Petit* enseigne que le produit de la chaleur spécifique des corps simples par leur poids atomique est un nombre constant; elle se déduit

des angles de la tangente à l'arc avec les trois axes serviront respectivement de facteurs à l'élément *ds*.

En mesurant avec un dynamomètre les forces moléculaires, soit l'effort de la cohésion, pour maintenir la molécule en équilibre sur chaque élément de l'orbite *ds*, nous avons la force agissant sur l'espace *ds*.

Nous mesurons également le cosinus des angles formés par les directions de la force avec les trois axes.

Le produit élémentaire :

$ds \cos\alpha F \cos\beta + ds \cos\alpha' F \cos\beta' + ds \cos\alpha'' F \cos\beta''$ représente le travail élémentaire de la cohésion sur la petite portion d'arc *ds*.

Or en intégrant l'équation pour les valeurs extrêmes de *ds*, c'est-à-dire pour toute l'orbite moléculaire, nous aurons l'intégrale totale du travail de la cohésion.

Dans l'équation, $\cos\alpha$, $\cos\alpha'$ et $\cos\alpha''$ représentent respectivement les cosinus des angles de la tangente passant par *ds* avec les trois axes OX, OY, OZ.

Nous appelons symétriquement $\cos\beta$, $\cos\beta'$, $\cos\beta''$, les angles de la force *F* avec les trois mêmes axes.

La somme des trois intégrales du chemin parcouru, peut se représenter par la *longueur L, amplitude de l'oscillation*.

La somme des trois intégrales de la force moléculaire agissant sur

directement de la notion de l'équilibre des forces vives de deux molécules voisines l'une de l'autre.

En échangeant entre elles des quantités de force vive, deux molécules en contact prennent peu à peu cet état d'équilibre tout naturellement.

La molécule la *plus chaude* réchauffe la *plus froide* jusqu'à ce que l'échange opéré se fasse à égalité.

L'*équilibre thermique* provient donc *uniquement* de l'équilibre rigoureux dans les transmissions d'énergie d'un corps à un autre.

C'est Prevost[1], de Genève, qui a eu l'honneur de faire connaître la première fois vers 1791 l'effet particulier d'une enceinte fermée, contenant plusieurs corps ; cette enceinte nécessite l'*équilibre mobile de température.*

Dans un temps plus ou moins long, tous les corps

le chemin parcouru peut se désigner par C, force moyenne de la *cohésion*.

Le produit : $C\,L = Q =$ la quantité de chaleur de la molécule, précise exactement la signification de la température $= L =$ amplitude moyenne de l'oscillation calorifique, tandis que $C =$ la chaleur spécifique vraie ou la valeur moyenne de la cohésion pendant le trajet d'une oscillation calorifique.

Selon cette définition, la *température* est un terme du premier degré, c'est une longueur, une partie de l'espace, et la *chaleur spécifique* de même est aussi un terme du premier degré, estimable en kilogrammes.

Lorsque L vaut 1, quantité arbitraire prise pour unité, le produit $C\,L =$ la quantité de chaleur Q nécessaire pour élever la température de 1° ; c'est la quantité de chaleur correspondant à la définition ordinaire de la chaleur spécifique dans les traités de physique.

On emploie donc le même mot pour exprimer des kilogrammes et des kilogrammètres, ce qui prête le flanc à une confusion regrettable ; on peut cependant s'y soustraire avec un peu d'attention.

[1] De l'équilibre du feu, *Journal de Physique*, avril 1791. — Recherches sur la chaleur, 1792. — Du calorique rayonnant, 1809.

contenus dans l'intérieur de l'enceinte sont en *équilibre de température* et doivent échanger des quantités de force vive égales.

Les deux *principes fondamentaux* de la thermodynamique sont des conséquences immédiates de notre hypothèse sur la *cohésion* dans l'*astronomie moléculaire*.

1° La température d'un corps croît proportionnellement à la quantité d'énergie qu'il reçoit, et réciproquement elle s'abaisse proportionnellement à l'effort extérieur produit par le même corps.

2° Lorsque l'on a une certaine quantité de chaleur disponible à une température supérieure t' et qu'on abaisse cette température, sans perte, de t' à t, on peut transformer seulement une partie de la chaleur en travail mécanique.

Le maximum de rendement est donné par le *cycle parfait*, appelé du nom de son auteur, cycle de Carnot[1].

Clausius a légèrement modifié l'équation de Carnot et c'est le théorème Carnot-Clausius qui est enseigné aujourd'hui dans toutes les universités du monde.

En conservant au mot *température*, la définition très stricte que nous en avons donnée, nous savons qu'elle correspond à la valeur des éléments astronomiques d'une planète, c'est la valeur combinée des deux axes de l'ellipse de l'orbite.

Nous avons dit qu'animés d'une vitesse définie à une certaine distance du soleil, tous les astres abandonnent le système solaire sans retour.

[1] Réflexions sur la puissance motrice du feu, et sur les machines propres à développer cette puissance, Paris, 1824 et 1878.

La distance est la même pour tous les corps sans exception.

Pour la *cohésion* agissant en lieu et place de la *gravitation* cette loi est encore la même.

Tous les corps solides *fondent, lorsque la distance moyenne des molécules constituant ces corps atteint, par le fait des amplitudes des oscillations calorifiques, une certaine valeur, la même pour tous les corps*[1].

La molécule solide *rompue,* le corps devient liquide.

Pour une petite augmentation de force vive, la trajectoire moléculaire ne se ferme plus par le parcours d'un ellipsoïde de révolution, elle se transforme en hyperbole et le mouvement se modifie profondément.

Les chaleurs latentes de fusion représentent exactement le *potentiel dynamique* perdu par la rupture du ressort qui réunissait jusque-là les molécules liquides.

Les *tensions de vapeur* et leurs relations avec les diverses températures des liquides qui les produisent sont des conséquences faciles à déduire des relations numériques précédemment établies.

En vaporisant les liquides on *rompt* les effets de la cohésion dans les molécules liquides.

Ici les mêmes raisonnements nous amènent aux mêmes conséquences : Pour une certaine distance, la même pour tous les liquides, la *cohésion est rompue.*

Le *point critique des liquides* est exactement l'homologue du *point critique des solides* (leur point de fusion) et du *point critique des orbites des planètes.*

L'équilibre thermique des gaz avec les liquides et

[1] Lire *Synthèse de la Chaleur,* p. 489.

les solides modifie l'idée qu'on se fait des phénomènes calorifiques dans les liquides et dans les gaz.

Le déplacement d'un corps solide dans l'espace, ne fait jamais partie des phénomènes calorifiques.

Les déplacements moléculaires caractéristiques qui se produisent au sein d'un liquide et plus spécialement les vitesses considérables des atomes gazeux, *font partie intégrante des phénomènes calorifiques des liquides et des gaz*.

Les variations du spectre lumineux des corps solides, liquides et gazeux, les *raies spectrales*, sont l'écho fidèle des rythmes pendulaires des oscillations calorifiques transmises par l'éther.

Le lecteur trouvera dans l'appendice[1] annexé à cet ouvrage les renseignements spéciaux sur tous ces chapitres que nous ne faisons ici que mentionner.

L'affinité.

D'après tout ce que nous venons de dire pour l'interprétation des phénomènes physiques, on voit que la *cohésion* fait une suite naturelle à la *gravitation* en passant par la *pesanteur*.

C'est une simple question de *distance*.

Nous continuerons dans la même voie et nous dirons

[1] Lire *Synthèse de la Chaleur*, p. 489.

que l'*affinité* est l'expression de la même *cause de mouvement* pour la matière pondérable, lorsque les distances qui séparent les molécules deviennent encore *plus petites*.

Il va sans dire que si nous voulons rapprocher les molécules, après que la *cohésion* a épuisé son effet, si nous désirons étudier les phénomènes correspondants à des *distances moindres,* nous devons dès le début *violenter* ces molécules et les rapprocher *de force*.

Elles se trouvent en effet dans une position d'équilibre qui s'établit lorsque la cohésion a dit son dernier mot.

Tout déplacement, dans un sens ou dans l'autre, exige un certain travail extérieur.

L'analyse mathématique, appliquée aux deux fonctions fondamentales de l'attraction de la matière pour la matière et pour l'éther, nous montre que parmi une infinité de fonctions qui représentent très exactement tous les phénomènes que nous venons d'exposer, quelques-unes laissent prévoir un *deuxième état d'équilibre stable dans une position beaucoup plus rapprochée encore des molécules attirantes*.

Pour faire parvenir ces molécules dans cette deuxième position d'équilibre stable, *nous devons forcément leur communiquer au début, une certaine quantité de travail extérieur*.

L'effort augmente au commencement du mouvement de rapprochement, puis diminue et enfin *devient nul* à une certaine distance pour laquelle les molécules se trouvent en *équilibre instable*.

A partir de là, l'attraction reparaît jusqu'à la limite fixée par le second point d'équilibre stable[1].

Nous appellerons *affinité* l'attraction de la matière, dans cette seconde phase qui suit le champ d'action de la *cohésion*.

Il est important de remarquer qu'entre les deux positions d'équilibre stable, l'une donnée par l'épuisement de la *cohésion*, la seconde par l'épuisement de l'*affinité*, il y a une position *d'équilibre instable*, située obligatoirement entre ces deux points extrêmes, et telle que, pour tout déplacement de la molécule, le mouvement commencé tend spontanément à continuer dans le même sens.

Cette position d'équilibre instable, rendue fondamentalement obligatoire par les conditions générales admises, portera de très importantes conséquences dans l'analyse rationnelle et expérimentale des phénomènes chimiques.

Voyons maintenant quelles sont les lois principales qui découlent *a priori* de cette série de faits, totalement subordonnés à l'action de l'*affinité*.

1° Les phénomènes chimiques commençant toujours par un travail résistant, si l'on supprime l'énergie disponible de deux corps mis en présence, jamais ils ne réagiront l'un sur l'autre.

Donc, *si l'on refroidit les corps*, en leur enlevant artificiellement leur énergie vibratoire due à leur

[1] Voir dans l'appendice : *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique*, p. 543. La planche III indique nettement les conditions mécaniques de cette hypothèse.

cohésion, tous les phénomènes chimiques doivent *être supprimés, rendus impossibles.*

2° En laissant vibrer les corps par l'action de la *cohésion,* nous savons que pendant le trajet effectué sur la *moitié intérieure* de l'*orbite moléculaire,* les molécules se trouvent plus rapprochées qu'elles ne le seraient dans la position d'équilibre stable due *à la cohésion.*

Plus l'amplitude d'oscillation est grande, ou la température élevée, plus les molécules se rapprochent à l'extrémité de course.

Si donc ce rapprochement est suffisant pour faire passer les molécules par la position d'*équilibre instable* indiquée plus haut, le *phénomène vibratoire physique* se transforme en un *phénomène chimique* et les deux molécules continuent leur rapprochement pour passer au deuxième point, à la seconde position d'équilibre stable.

On voit très clairement que pour chaque réaction chimique de deux ou plusieurs corps, une *certaine température* critique est nécessaire.

Au-dessous de cette température, la réaction n'aura pas lieu spontanément.

3° On peut immédiatement distinguer les phénomènes chimiques en deux grandes classes, les réactions *exothermiques* et les réactions *endothermiques.*

Les réactions exothermiques correspondent à celles où le travail positif de l'affinité est *supérieur* au travail négatif du début de la réaction.

Au contraire les réactions *endothermiques* sont celles qui exigent du travail extérieur pour se produire, le bi-

lan du trajet laissant un déficit à combler par la fourniture d'énergie auxiliaire.

4° La *dissociation* d'un corps chimique présentera les mêmes *phénomènes thermiques renversés.*

Un corps *chauffé* peut seul se dissocier, c'est-à-dire se séparer pour rendre ses constituants.

Un corps absolument froid ne présentera aucune trace de dissociation.

La température critique de la *dissociation* sera aussi précise que celle de la *combinaison.*

5° Les *tensions de dissociation* suivront les mêmes règles et lois que les tensions de vapeur des liquides volatils.

6° Chaque molécule ou atome se combinant avec un autre atome par *affinité,* pénètre dans la molécule même dont elle modifie les propriétés fondamentales : densité, volume, etc., etc.

Donc, à chaque pénétration d'*un atome* dans la sphère d'attraction d'un autre atome, on voit toutes les propriétés connues du premier atome se modifier et donner naissance à un *corps chimique défini.*

Vient-on à faire passer dans *cet atome modifié,* molécule chimique, un *second atome* semblable au premier, une deuxième modification s'en suit et donne à la fin de la réaction un *second corps chimique à propriétés caractéristiques.*

Ainsi, en *chimie,* le rôle de l'affinité peut se définir par la propriété fondamentale suivante :

Les réactions doivent toujours avoir lieu entre des corps dont les poids relatifs sont proportionnels au nombre d'atomes de ces corps engagés dans la réaction.

Les *équivalents* des corps sont donc des quantités rationnelles nécessaires et nous *donnent le rapport en poids des plus petites quantités de matière susceptibles de réagir chimiquement les unes sur les autres.*

Ces *équivalents,* deviennent des *poids atomiques* lorsqu'on déduit des propriétés physiques des corps qu'ils caractérisent leur valeur numérique : l'*état gazeux* nous fournit ainsi le rapport exact des *masses des astres microscopiques qui gravitent chimiquement les uns autour des autres.*

Modifiés de la sorte, les équivalents nous permettent de fixer la valeur numérique des *poids atomiques* de tous les corps.

Ces poids deviennent la caractéristique par excellence de toute matière chimique quelconque.

7° La *thermo-chimie* détermine le travail effectif de l'affinité, absolument comme la machine d'Atwood a permis de déterminer les lois de la chute des corps.

Le *calorimètre à réactions* est ici l'instrument utilisé.

8° Les *explosifs* ne feront jamais explosion spontanément s'ils sont convenablement refroidis.

Ils rendent au moment de leur déflagration toute la chaleur qu'on leur a fournie pour leur constitution.

9° Une quantité d'énergie auxiliaire, fournie par un courant électrique ou des ondes lumineuses, *peut déterminer des réactions chimiques au-dessous des températures critiques* qui les limitent lorsque l'on opère sans l'emploi de ces moyens spéciaux.

10° Des températures de plus en plus élevées *dissocieront progressivement tous les corps connus en chimie* sans aucune exception.

En résumé, la plupart des grandes lois qui fixent les bases de l'étude théorique et expérimentale de la chimie, se déduisent telles quelles des hypothèses que nous venons de fixer dans les pages précédentes.

Nous constatons ici en ce qui concerne l'*amplitude critique des oscillations calorifiques nécessaires aux réactions chimiques,* les mêmes caractères de précision qu'en astronomie et en physique.

Ce sont les grands axes des dernières *orbites elliptiques* possibles.

Pour de plus grandes longueurs, l'ellipse se transforme en une autre courbe.

Nous n'en dirons pas davantage dans ce résumé des lois chimiques, déduites *a priori* de la constitution des corps par le jeu de l'attraction.

Nous renvoyons le lecteur à l'appendice : Essai d'une *méthode* générale de Synthèse chimique.

Forces catalytiques.

Il a été reconnu aujourd'hui que dans tous les cas où un corps agit par sa seule présence, il joue malgré les apparences contraires un rôle actif dans les réactions.

Ainsi la présence d'un acide pour l'éthérification des alcools est nécessaire en pratique.

En théorie l'acide utilisé se reconstitue constamment

et une quantité infiniment petite de cet acide peut éthérifier une masse quelconque d'alcool.

On démontre que l'acide prend part aux réactions et qu'il entre et sort alternativement dans deux séries inverses de phénomènes.

Le *chlorure d'aluminium* qui a permis à MM. Friedel et Crafft de faire la synthèse des hydrocarbures exerce également une action catalytique.

Ces habiles expérimentateurs sont arrivés à prouver, que le chlorure d'aluminium joue aussi un rôle actif, dans les doubles réactions qui se passent lors de la formation synthétique des hydrocarbures.

Le chlorure d'aluminium s'associe avec des éléments intermédiaires, pour les abandonner à la fin de l'opération.

On retrouve ainsi la même masse de chlorure qu'au début de la réaction.

La mousse de platine agit sur l'hydrogène comme un compresseur sur le gaz, la compression physique suffit ici pour expliquer l'élévation de la température.

Ainsi s'évanouit la croyance en une *force de présence des corps*.

Les forces catalytiques ont vécu.

Les corps à l'*état naissant* doivent aussi leur plus grande énergie aux éléments dynamiques, calorifiques qui les accompagnent et nullement à des propriétés différentes qu'ils posséderaient au moment de leur apparition.

L'hydrogène à l'état naissant trouve souvent à la place où il naît la chaleur disponible produite par la réaction habituelle de l'oxygène sur un autre corps.

Cette chaleur, disponible est assez considérable.

L'hydrogène en profite, puisque l'oscillation élevée qu'il reçoit le fait passer par la température critique nécessaire à sa propre réaction.

On voit ainsi l'hydrogène naissant produire une série de réactions, qui ne peuvent être déterminées par l'hydrogène ordinaire.

Analogies et différences entre la physique et la chimie.

Nous constatons ici un fait rendu évident par nos hypothèses, mais qu'il faut relever pour éviter toute confusion, c'est que la première phase de l'*affinité,* toujours négative, est identique à la *phase négative de l'oscillation calorifique due à la cohésion.*

Nous appelons *phase négative,* celle où l'atome est repoussé hors de la molécule par l'action de l'éther.

Ce n'est qu'au moment où la cohésion est remplacée par l'*affinité positive, après le passage au point critique d'équilibre instable,* que la réaction chimique spontanée intervient.

On peut donc à volonté appeler phénomène physique ou phénomène chimique, tout ce qui se passe entre la position d'équilibre stable physique et la position d'équilibre instable, début de l'*affinité positive chimique.*

C'est un terrain commun aux deux catégories de phénomènes.

Les faits dont nous n'avons donné qu'une simple no-

menclature, nous permettent, en terminant ce sujet, d'établir une différence profonde, entre les phénomènes dus à la *cohésion* et ceux qui sont provoqués par l'*affinité*.

Tous les phénomènes astronomiques et physiques continuent leurs manifestations, quelque basse que soit la *température*.

Un corps pèse autant froid que chaud, un corps est dur et cristallin, transparent, etc. etc., même aux températures les plus basses.

Il tombe avec une vitesse indépendante des indications du thermomètre.

Tous les phénomènes physiques ont lieu, indépendamment des masses relatives qui y sont engagées.

Une, deux ou cent pierres tombent ensemble sur le sol; le poids de chacune d'elles peut être grand ou petit, le phénomène se produira toujours de la même façon.

Dans les condensations des liquides en solides, des vapeurs en liquides, toutes les molécules étant identiques, sont *parfaitement interchangeables*.

Les variations d'état sont par ce fait, réglées uniquement par la *température* et la *pression;* le poids et le nombre des atomes et molécules n'entrent pas en ligne de compte.

En chimie, au contraire, la température précise le moment exact où la *réaction est possible;* de plus l'*interchangeabilité* n'existe plus, puisque les atomes sont d'espèces différentes; donc le *groupement topographique* des corps en présence jouera un rôle essentiel.

En physique on ne trouvera aucun phénomène qui

soit lié par les relations des *équivalents;* les condensations, etc. etc., s'effectueront en toutes proportions; en chimie, par contre, les équivalents et les poids atomiques serviront de base à tous les rapports des corps réagissant les uns sur les autres.

En physique, la réunion des atomes gazeux et la formation des molécules liquides et solides, peuvent aller indéfiniment sans que l'on rencontre jamais de *saturation,* c'est-à-dire d'arrêt dans la condensation par suite de la suppression des forces attractives ou de la cohésion.

En chimie la pénétration d'un atome, puis d'un second atome et de plusieurs autres semblables, dans l'affinité d'un atome hétérogène, amène la *saturation* au moment où la puissance d'attraction, constamment modifiée par la pénétration successive de chaque atome, n'est plus suffisante pour permettre à un nouveau corps d'*être stable.*

Ainsi le *soufre* et l'*oxygène :*

On connait les combinaisons So^2, So^3, So^4, So^5.

Il est probable que le corps So^6 pourrait exister à de très basses températures, mais sa formation à ces basses températures deviendrait impossible pour les raisons développées précédemment.

La chimie ignore donc ce corps.

En chimie le *point critique* est aussi précis qu'en astronomie et en physique.

Il correspond pour tout corps à la longueur d'oscillation qui permet à la réaction chimique d'avoir lieu.

C'est la distance de deux molécules hétérogènes passant par le lieu où elles sont en *équilibre instable.*

CHAPITRE XI

LE POTENTIEL EN ASTRONOMIE, EN PHYSIQUE, EN CHIMIE

Résumons maintenant sous quelle forme nous rencontrons dans la science contemporaine, le *potentiel*.

Nous ne parlons encore ici que de l'étude de la matière inorganique.

Le potentiel en astronomie.

En *astronomie* les planètes et les comètes, ainsi que tous les satellites des planètes, décrivent des orbites elliptiques dont le soleil, ou les planètes ayant des satellites, sont un des foyers.

La *vitesse* des corps qui gravitent est *donc constamment variable*.

A l'extrémité la plus éloignée du foyer attirant, à l'*aphélie,* la planète va *plus lentement*.

Elle atteint son maximum de vitesse au moment où elle est le plus rapprochée du soleil, et entre ces deux vitesses comme maximum et minimum, elle passe progressivement de l'une à l'autre.

La vitesse est donc, dans ce cas, fonction exacte de la distance de la planète au soleil.

La vitesse des satellites par rapport aux planètes suit la même loi.

On appelle dans ce cas, *potentiel,* la réserve d'énergie qui est *invisible* à l'*aphélie,* mais qui se déversera d'une *source inconnue* sur la planète pour augmenter sa vitesse jusqu'au maximum.

Remarquons que la *place effective* où la planète perd sa vitesse en s'éloignant du soleil, est *très éloignée* dans les espaces sidéraux, de l'endroit où elle retouve sa vitesse en se rapprochant de nouveau de cet astre.

Le *potentiel* est donc mesuré par les différences des forces vives, maximum et minimum, de tout corps gravitant dans le ciel.

La *pesanteur* faisant partie de l'astronomie rationnelle, nous trouvons des corps attirés par la terre, mais qui, l'ayant rencontrée, ne *gravitent plus autour d'elle*. Ce sont tous les objets et corps déposés sur le sol.

La *force centrifuge,* qui dans la gravitation maintient les astres dans leur orbite, ne se produit plus,

puisque le mouvement est supprimé pour ces corps tombés.

Nous pouvons donc *mesurer directement* l'effort d'attraction que le calcul seul permet de déterminer en astronomie proprement dite.

La pesanteur varie suivant les lieux de la terre et suivant les *hauteurs*.

Le travail consommé pour monter une pierre, un fardeau quelconque est en apparence perdu, tant que le poids reste dans le *niveau supérieur* où on l'a porté.

Ce *travail,* analogue à celui de la gravitation qui a transformé une partie de la force vive des planètes, est devenu du *potentiel*.

Le potentiel en physique.

En *physique,* si nous comprimons une masse de gaz, nous communiquons à cette masse gazeuse, une certaine quantité d'énergie dépensée par le travail de compression.

Les gaz sont des ressorts parfaits, ils nous rendent le travail de compression, *mais pas complètement,* le potentiel emmagasiné dans les gaz comprimés n'est jamais l'équivalent exact du *travail consommé*.

Une partie de l'énergie fournie est transformée en chaleur, se communique aux corps voisins par conductibilité et rayonnement et ne se retrouve *jamais,* dans le travail rendu par le *potentiel des gaz comprimés.*

Malgré cette perte constante, qui est un fait général, chaque fois que l'on comprime des gaz, on est forcé d'accepter les gaz comme des *ressorts parfaits,* les plus parfaits connus.

La cause de ces déperditions est en effet *nécessaire,* elle provient de l'augmentation de la force vive actuelle des atomes gazeux qui sont comprimés.

L'augmentation de leur force vive actuelle entraîne, par *équilibre thermique* ou *dynamique,* l'augmentation des amplitudes des vibrations calorifiques des corps solides qui contiennent les gaz comprimés.

Cette transmission d'énergie obligatoire, forcée, que rien ne saurait empêcher, diminue d'autant le *potentiel* qui reste dans la masse gazeuse.

Chaque fois que l'on comprime un gaz, que l'on bande un ressort, quel qu'il soit, on produit un travail dont *une partie seulement* se transforme en *potentiel utilisable* lorsque l'on permet aux gaz, au ressort, de revenir à leur position primitive.

Les ressorts d'acier, les meilleurs, les mieux faits, ne rendent jamais la totalité des efforts qu'on y accumule en les bandant.

Nous remarquerons cependant que le ressort d'acier même de qualité inférieure, rend *beaucoup plus* en *potentiel utilisable* qu'un gaz comprimé.

Et pourtant les gaz sont des *ressorts parfaits.*

Ces oppositions apparentes s'expliquent complètement dans la discussion de ce problème.

Le *potentiel* va en effet être un terrain de lutte et nous servira de criterium dans la recherche des causes premières du mouvement.

On emmagasine du potentiel électrique dans une bouteille de Leyden en la chargeant.

La dépense faite pour obtenir l'électricité en charge se retrouve *partiellement* dans le potentiel de décharge de la bouteille.

Les déperditions de l'électricité dans ces conditions sont l'équivalent de ce que nous avons constaté pour les gaz comprimés.

Tous les corps sont plus ou moins *conducteurs,* ce qui permet aux condensateurs électriques de se décharger lentement au travers des substances diélectriques qui séparent les deux armatures.

La communication des tensions électriques au travers du corps suit des lois encore mal connues.

Cependant, entre un *corps chaud* et un *corps électrisé* il y a, comme analogie essentielle, une augmentation dans la *force vive actuelle* des molécules constituant ces corps.

Les déperditions de chaleur et d'électricité proviennent de l'équilibre dynamique qui tend toujours à s'établir dans une même enceinte.

Les *chaleurs latentes* de fusion et de vaporisation correspondent aux quantités d'énergie à fournir aux solides pour fondre, aux liquides pour se transformer en vapeur.

Ces quantités de chaleur revêtent l'apparence d'*une*

perte de chaleur subie pendant la transformation des corps et leur changement d'état.

Elles sont en réalité transformées en *potentiel* et le potentiel ainsi obtenu est *totalement retrouvable sans perte aucune*.

Un corps qui fond ou qui se solidifie, reçoit ou rend des quantités de chaleur *identiques*.

De même pour la vaporisation et la condensation.

Un kilogramme d'eau absorbe exactement autant de calories pour donner de la vapeur à 100°, que cette même masse de vapeur à 100° en rend pour se condenser en eau à la même température.

Un *aimant artificiel* absorbe une certaine quantité d'énergie pour acquérir sa puissance magnétique.

Une fois l'aimantation obtenue elle tend à s'effacer très lentement dans la plupart des cas.

L'étude des variations de la force d'attraction des aimants, suivant les conditions très diverses dans lesquelles on les place, est loin d'être terminée.

Le *potentiel attractif* d'un aimant ne peut se transformer en *force vive actuelle* que par le mouvement de pièces mobiles aimantables. Or, en calculant la somme des efforts à faire pour charger un aimant et provoquer le rapprochement des dites pièces mobiles, on trouve toujours un *grand déficit* dans le potentiel formé. Il ne représente qu'une partie très restreinte de la force vive dépensée.

La cause essentielle de ce déficit provient des courants électriques qui se forment spontanément dans l'intérieur de l'aimant dès que son armature se met en mouvement, s'en rapproche ou s'en éloigne.

Les *plaques phosphorescentes*, enduites de sulfures de certains métaux alcalins, donnent de la lumière lorsqu'on les place dans l'obscurité après les avoir exposées au soleil un certain temps.

Il s'opère comme un *emmagasinement d'énergie lumineuse* qui s'écoule lentement au dehors en sens inverse du chemin parcouru à l'arrivée.

On peut comparer les molécules lumineuses de ces sulfures métalliques à des ressorts impressionnés par la lumière.

Une fois mis en mouvement, ils continuent de vibrer comme des diapasons acoustiques.

Ils s'épuisent plus ou moins rapidement en perdant leur énergie intérieure, leur *potentiel lumineux*.

Le *potentiel de la capillarité* est *total* comme celui de la pesanteur.

L'ascension de l'huile dans une mèche de lampe, met en opposition apparente la pesanteur avec la cohésion des liquides mouillant la mèche.

La force ascensionnelle due à la capillarité, sollicite chaque molécule avec plus de puissance de bas en haut que la pesanteur ne l'attire de haut en bas.

Lorsque la combustion aura lieu dans le voisinage de la flamme, une certaine quantité de chaleur aura pour effet de compenser les forces moléculaires et d'annuler le travail de la capillarité.

En mesurant le *potentiel de la capillarité* par les efforts qu'il faut faire pour séparer deux lames mouillées, on constate que ce potentiel rend la totalité de l'effort disparu, sans aucune perte.

Le potentiel en chimie.

Une tonne de charbon représente dans toutes les mines un certain *potentiel de chaleur;* la combustion avec l'oxygène ne fait que rendre le *potentiel* accumulé depuis des siècles par l'effet du phénomène inverse, soit de la fixation par les plantes de l'acide carbonique de l'air atmosphérique.

La lumière, agissant sur la chlorophylle des feuilles, provoque cette réaction chimique, caractéristique de la respiration des végétaux.

Toute combustion quelconque est la transformation en énergie actuelle d'un potentiel chimique.

Les corps qui ont été obtenus par réactions endothermiques constituent la classe des *explosifs*.

Une charge de poudre sous un obus représente très exactement une pierre prête à tomber d'un toit !

Vient-on à allumer la cartouche, l'explosion se propage dans toute la masse et les phénomènes chimiques dus à l'affinité et à la dissociation du produit donnent au projectile, sous forme de force vive actuelle, toute l'*énergie* qui avait été accumulée lors de la fabrication de l'explosif.

Dans le cas particulier des poudres utilisées dans les

armes à feu, on trouve réunis les potentiels les plus divers :

1° Une partie des corps ont été obtenus par des réactions endothermiques.

Leur dissociation produit de la chaleur et les *constituants* deviennent libres.

2° Les constituants sont choisis dans les bonnes poudres de telle sorte qu'ils se combinent à nouveau sous forme de combustion complète.

3° Les gaz qui résultent de la combustion de ces constituants sont portés à une haute température et sous une pression excessive.

Ils rendent par leur détente sur le projectile une partie du potentiel accumulé dans leur masse.

Certaines personnes, très convaincues que tout mouvement ne saurait provenir que d'un mouvement antérieur de la matière, ont *affirmé* que dans la *poudre* il y a, à l'état de *force vive actuelle,* toute l'énergie qui se communique à l'obus au moment de la déflagration.

En discutant plus loin les conséquences du *potentiel,* nous montrerons jusqu'à l'évidence, par des exemples numériques, l'impossibilité où l'on est d'expliquer ces phénomènes sans l'admission du *potentiel pur,* existant indépendamment de la présence d'un mouvement connu de la matière pondérable.

En Astronomie comme en Physique et en Chimie les potentiels se manifestent toujours lorsqu'on fait passer une masse quelconque de matière par un des points critiques que nous avons mentionnés.

Ainsi une comète, au moment où elle quitte le système solaire pour n'y plus rentrer, emporte avec elle

tout le potentiel qui correspond à sa *chute possible* sur le soleil.

Sur nos montagnes, les pics les plus élevés sont formés par des rochers qui possèdent le potentiel de la *pesanteur* le plus considérable, puisque ce sont eux qui, sous l'influence de la pesanteur, peuvent franchir le plus d'espace.

Un corps, projeté de bas en haut sous l'effet d'une impulsion connue, jusqu'à un niveau assez élevé pour qu'il quittât l'attraction terrestre, emporterait également comme un astéroïde tout le potentiel de sa *chute possible* sur la terre.

Lorsqu'un corps fond, il reçoit de la force vive qui lui fait franchir l'espace critique de solidification, son *potentiel* est représenté par la *chaleur latente de fusion*.

Le liquide se transforme en vapeur, il absorbe la chaleur latente de vaporisation, le potentiel qui réapparaîtra lors de la *liquéfaction*.

Deux corps réunis chimiquement se *dissocient*, ils absorbent la *chaleur de formation* qui disparaît sous forme de *potentiel chimique*.

Nous ne connaissons aucun état de la matière qui fasse admettre un rapprochement plus intime des atomes.

Or, comme les corps chimiques formés sont soumis à toutes les lois du calorique, c'est une combinaison chimique ayant produit un composé définitif qui représente le mieux l'*épuisement de tout le potentiel de la matière*, surtout lorsqu'on suppose ce corps refroidi au zéro absolu des températures, parvenu à la dernière extrémité des chutes possibles.

L'imagination ne conçoit plus la faculté de produire aucun travail avec cette masse matérielle.

Si l'on admet la terre aussi près du soleil que possible, au périgée solaire, que l'on considère le corps le plus rapproché du centre de la terre, le corps absolument froid, on aura épuisé toutes les sources d'énergie, le potentiel n'existera plus que *virtuellement,* sans pouvoir en aucune façon se transformer expérimentalement en force vive actuelle.

A ce sujet nous pouvons ajouter qu'une pierre qui sur la terre pèse un kilogramme, pèserait 27 kilogrammes sur le soleil.

Elle pourrait tomber sur le soleil et produire dans cette chute un travail bien autrement considérable qu'en tombant sur la terre.

Ce potentiel *existe,* c'est une conception claire et mécanique, il ne nous manque que les moyens d'aborder la réalisation physique du problème qui subsiste comme une simple possibilité physique.

Par rapport à Sirius, soleil probablement plus grand que le soleil, le potentiel virtuel de cette même pierre est bien plus considérable, il se chiffre par une valeur en kilogrammètres, bien autrement énorme ; malgré cela ce potentiel est *lettre morte,* parce que l'attraction terrestre retient cette pierre dans les bornes de son *équilibre stable,* limite des potentiels numériquement connus et utilisables.

Les *points critiques* précisent ainsi, avec une vigoureuse démarcation, les *champs d'action des entités logiques,* reconnues dans l'examen général que nous venons de faire des sciences physiques.

Partout où ces entités logiques interviennent, nous pouvons remplacer leur action par le potentiel qui leur est propre.

L'astronomie opère par la *gravitation,* depuis les confins du système solaire jusqu'au point le plus rapproché du centre de la terre.

La *cohésion* commence où finit la *gravitation;* elle présente le point critique des liquides, et le point critique des solides. Entre ces points critiques, tous les corps possèdent toujours le potentiel des étapes qui ne sont pas encore parcourues, tandis qu'ils ont reçu en force vive effective le potentiel des phases qu'ils ont déjà traversées.

Le point critique des réactions chimiques fait apparaître le dernier potentiel connu en science, celui de l'*affinité.*

Aucun *potentiel* ne s'ajoute à celui-là, si nous bornons nos considérations à la nature morte.

Lorsque le potentiel chimique est épuisé, les corps ont atteint le bas de leur course, le point extrême de la chute possible.

Toutes les forces *astronomiques, physiques* et *chimiques,* sont donc susceptibles de provoquer des mouvements de la matière et de se réduire à *deux attractions uniques* ou causes des mouvements.

Ces deux attractions de la matière pour la matière et pour l'éther, peuvent également, et dans tous les domaines, se transformer en *potentiel* ou énergie virtuelle.

Les gaz comprimés et les ressorts de toute nature ont comme particularités spécifiques de ne rendre par leur potentiel qu'*une partie seulement de l'énergie* qu'on accumule dans leur masse.

CHAPITRE XII

LE MATÉRIALISME ET LE SPIRITUALISME EN FACE DES PHÉNOMÈNES DE LA NATURE MORTE

Il est certain que si l'une des deux théories expliquant l'ensemble des phénomènes cosmiques est fausse, il doit être possible de le *démontrer expérimentalement,* en construisant une chaîne de syllogismes, conduisant par une marche bien rationnelle à des expériences cruciales révélatrices.

Evidemment les phénomènes *seront différents* en quelques points, si l'on pousse jusqu'aux limites les *conclusions nécessaires* qui découlent des prémisses posées.

La *vérité* se fera jour sur le terrain où les *faits observés* se différencieront suivant que la théorie matérialiste ou spiritualiste sera en défaut.

Rappelons en quelques mots quel est le point de notre travail qui va se discuter:

En ce qui concerne les *entités réelles,* les physiciens sont en général d'accord, nous avons trouvé deux entités: la *matière pondérable* et l'*éther*.

Comme *causes de mouvements,* l'analyse précédente nous donne *trois entités logiques,* dans la nature morte:

L'*attraction de la matière pour la matière.*

L'*attraction de la matière pour l'éther.*

Le *potentiel.*

Nous avons pu logiquement, et par des hypothèses qui marchent d'accord avec tous les faits connus, ramener les trois grandes sciences: *astronomie, physique, chimie,* à l'expression naturelle des phénomènes qui découlent *a priori* de ces principes.

Reste l'*explication rationnelle* de l'*entité logique des causes du mouvement,* et dans cette explication les *deux théories* se séparent:

La *théorie matérialiste* dit: La *force* n'existe pas comme telle, elle n'est que le résultat *direct* des chocs de la *matière en mouvement.*

L'*attraction, sans l'action efficiente du milieu* où les corps sont placés, est *impossible,* c'est une *monstruosité scientifique.*

J'ai entendu sur ce thème les affirmations les plus énergiques et les plus convaincues!

Voilà le matérialisme pur, logique, rationnel.

Il ne reconnaît que la *matière.* Par les chocs il explique tous les phénomènes; c'est là l'objectif de cette théorie.

La *théorie spiritualiste* répond:

A côté de la matière en mouvement, nous sommes obligés d'accepter la *force,* inhérente à la matière et agissant à *distance,* sans l'intermédiaire nécessaire des *chocs.*

L'idée même de la *force* nous contraint d'entrer dans

un domaine de *réalités,* qui sont de l'ordre des *conceptions de l'esprit immatériel.*

Admettre à côté de la matière en mouvement, d'une part la force, d'autre part le *potentiel,* qui serait un stock d'énergie disponible n'ayant *aucun équivalent actuel* sous forme de force vive animant la matière, c'est faire *acte de foi* et adopter les bases même de la *théorie spiritualiste.*

Si l'on est *forcé* d'accepter cette *théorie spiritualiste* comme expliquant mieux les faits observés, il faut que la *théorie matérialiste* soit d'abord rationnellement écartée, non pas seulement comme *insuffisante,* mais bien comme *systématiquement contraire* à un ensemble de phénomènes précis, connus numériquement, observables à volonté et permettant tous *les contrôles.*

Au moment où la *théorie matérialiste pure* chavire, son naufrage rend par contre-coup et par un dilemme forcé, la théorie spiritualiste victorieuse.

En effet, si nous sommes *contraints* d'admettre une cause de mouvement **réelle,** ayant une existence positive et qui ne soit pas de la matière en mouvement, par définition même, l'existence de cette *entité logique* qui n'est pas de la matière, constitue les fondements de la *théorie spiritualiste.*

Nous reconnaissons l'*existence de causes,* dont nous avons une vue précise par leurs *effets,* et qui ne peuvent s'expliquer ni par la matière, ni par son mouvement !

C'est la meilleure définition du *spiritualisme vrai, rationnel, logique,* n'ayant aucun caractère dogmatique, ni religieux dans le sens ordinaire du terme.

Voilà exactement le terrain sur lequel nous allons livrer bataille :

Mettre en présence les deux belligérants, leur montrer tout le vaste ensemble des phénomènes et des lois de la nature morte et leur dire : « Expliquez, donnez une solution claire, simple, intelligible de cet immense ensemble de faits. »

Si une seule *observation précise* est en contradiction péremptoire avec la théorie admise, il faut sans pitié jeter cette dernière au panier : la théorie, mise à l'épreuve par la méthode scientifique, s'est trouvée fausse, ou tout au moins erronée sur ce point ; elle est à changer.

Faisons cet examen comme on instruit la cause d'un prévenu, sans parti pris.

CHAPITRE XIII

LA GRAVITATION ET LA PESANTEUR EN FACE DU MATÉRIALISME

Nous avons vu que la gravitation et la pesanteur sont l'expression de deux effets découlant d'une même cause.

Les variations dans l'attraction des astres, dans leur poids relatif, suivent les mêmes règles et lois que la variation de poids d'une masse soumise à la pesanteur, située à une distance plus ou moins grande du centre de la terre.

Si l'*attraction* n'est produite que par les *chocs,* ce ne peut être que par les chocs de l' *éther*.

Autrement il faudrait admettre un autre corps, ayant de l'inertie et ne s'étant jamais encore manifesté à nous, ce qui est peu vraisemblable.

Il faut donc se figurer l'éther comme animé en tous sens de mouvements rectilignes, venant choquer en tous points également n'importe quel astre placé dans les espaces sidéraux.

Un deuxième astre entrant en scène, une partie des

chocs ne peut plus atteindre le premier, car le second lui sert d'écran dans une portion du ciel.

Sur cette partie protégée par l'interposition de l'astre, les chocs sont *moins intenses,* il y a donc poussée et rapprochement entre les deux masses.

Plus ces masses se rapprochent et plus elles se protègent l'une l'autre; de fait, l'attraction doit croître comme le carré des distances.

Déduisons maintenant une série de conséquences immédiates.

Opposition tirée de la constance des poids, indépendamment de leur forme.

Toutes les fois qu'une masse d'éther aura produit son choc sur la molécule résistante de la matière pondérable, elle ne peut plus en donner un second, puis qu'elle a épuisé la force vive dans l'effet produit.

La valeur de la poussée de l'éther est donc proportionnelle à la *surface de l'écran* qui reçoit les chocs.

En admettant que les atomes matériels restent à une très grande distance les uns des autres dans la constitution des corps solides, il est possible de concevoir que les chocs de l'éther puissent se reproduire à une certaine profondeur dans l'épaisseur même des corps, cependant cette pénétration a une limite et les atomes de l'éther ne peuvent pas venir se faufiler indépendamment de leur nombre et de l'épaisseur des

couches solides jusqu'au travers de toute la masse du corps.

Si tel était le cas, l'attraction n'aurait *plus lieu,* puisqu'autant vaudrait dire que les chocs ne rencontrent jamais la matière.

Nous déduisons de là la conséquence suivante :

Deux corps placés l'un sur l'autre et en *étroite juxtaposition* doivent *peser moins* que la somme des deux pris isolément ; l'attraction *est plus faible* quand les corps sont superposés, que quand ils sont séparés l'un de l'autre.

Cette loi devrait se vérifier d'autant plus exactement que l'on superpose un plus grand nombre de disques les uns sur les autres.

Ainsi, on devrait trouver que l'attraction n'est pas proportionnelle *aux masses,* mais à ces masses influencées par leur *disposition respective* par rapport au corps attirant.

Un cylindre un peu long, massif, pèserait davantage selon cette hypothèse, *placé horizontalement* dans la main que tenu verticalement.

On peut considérer un cylindre comme la superposition d'une infinité de petits disques circulaires.

Une grosse sphère, dont la *masse croît comme le cube des rayons,* ne devrait pas être attirée par la terre proportionnellement au poids des matières qu'elle contient, mais bien comme la section du grand cercle.

Cette section est proportionnelle *au carré des rayons.*

Or, on trouve depuis les célèbres expériences de Cavendisch, jusqu'à celles de M. le Prof. Cornu, de Paris, que l'attraction, *pesanteur ou gravitation est*

dans tous les cas proportionnelle directement aux masses, sans que la forme du corps joue aucun rôle, exerce aucune influence quelconque.

Ce premier résultat porterait à admettre que chaque atome reçoit toujours *le même nombre de chocs, qu'il soit protégé ou non,* mais cette conclusion est en *opposition formelle* avec la théorie même des chocs, théorie choisie pour expliquer l'attraction et la gravitation !

Ainsi la *constance du poids absolu* des corps, quelle que soit leur forme, *est en opposition systématique avec la théorie matérialiste.*

Opposition tirée de la constance de la pesanteur.

Voici maintenant une opposition tout aussi considérable, mais qui est basée sur des considérations absolument différentes.

Le système solaire forme un tout, composé du soleil et des planètes dont on connaît exactement les éphémérides.

Nous savons également que les mouvements de l'éther se communiquent tous avec une vitesse voisine de trois cent mille kilomètres par seconde.

Cette vitesse permet d'apprécier le minimum de rapidité avec laquelle une quantité de force vive peut se déplacer d'un point à un autre par l'intermédiaire de l'éther.

Dans la théorie matérialiste, la base du système est la constance de l'*énergie actuelle de l'univers.*

Toutes les *énergies sont actuelles ;* le potentiel n'est qu'une modification de la vitesse acquise de certaines masses matérielles.

Si donc nous calculons à une époque donnée la *vitesse actuelle* de toutes les planètes gravitant autour du soleil, les variations de cette vitesse pour chaque planète, représenteront d'importantes modifications dans les valeurs numériques de la force vive totale du système solaire.

Il suffit de faire la somme des énergies de toutes les planètes et d'en tracer la courbe pour une période de quelques années.

Dans l'appendice[1] placé à la fin de cet ouvrage on trouvera le calcul in extenso.

Lorsque les planètes donnent toutes ensemble pour leur force vive une *somme plus forte,* elles ont enlevé une partie de l'énergie au *reste* du système solaire, puisqu'en principe la somme totale *est constante.*

Lorsque la vitesse moyenne diminue, elles ont rendu au système solaire l'excès de force vive qu'elles ont gardé dans leur propre masse pendant un certain temps.

Les calculs de ce problème d'astronomie théorique font voir que les variations de la force vive du système solaire, dues surtout aux variations de Jupiter et de Saturne, sont très considérables et atteignent à peu près 18 $^0/_0$ pour des périodes de 14 ans environ.

[1] Lire : *Des variations de la force vive du système solaire,* p. 467.

Si la pesanteur constatée sur notre globe n'est que le résultat des chocs de l'éther, elle doit subir le contre-coup de ces variations.

Ces chocs de l'éther, en effet, appartenant au système solaire, ont été la cause efficiente de l'augmentation de vitesse des planètes, lorsque la somme de leur force vive passe par le maximum.

Appauvris de tout l'excès fourni aux planètes elles-mêmes, leur reste ne peut plus présenter la même énergie : *ces chocs sont moins intenses,* conséquence forcée, inéluctable, exigée par la théorie matérialiste.

On en conclut ceci :

La *pesanteur sur terre sera d'autant plus faible, que les planètes auront absorbé, à un certain moment, dans leur propre masse, une plus grande quantité d'énergie sous forme de vitesse actuelle.*

La pesanteur croîtra au contraire proportionnellement à la perte de vitesse des planètes, et atteindra son *maximum d'intensité* pour *g* (valeur de la pesanteur), au moment où la somme des forces vives absolues des planètes donnera un *minimum*.

En traçant ainsi la courbe représentant les valeurs variables de l'énergie actuelle du système solaire et les valeurs de *g,* soit de l'accélération due à la pesanteur, on doit trouver pour les différentes époques les relations suivantes :

1° La valeur de la pesanteur suit une courbe qui est rigoureusement opposée à celle de la force vive du système solaire.

2° L'écart de temps entre les maxima et les minima des deux courbes doit correspondre aux durées néces-

saires pour la transmission de l'énergie dans le système solaire, soit quelques heures tout au plus.

Ces conséquences sont forcées, on ne peut les attaquer, car elles ne sont que l'expression précise de la théorie matérialiste prise au pied de la lettre.

L'intervention de la force vive des autres systèmes solaires est inadmissible à cause du temps considérable qu'elle nécessiterait pour arriver jusqu'à nous et qui dépasse de beaucoup les valeurs des périodes calculées.

Or, nous savons par les mesures très nombreuses faites à des moments très différents de la valeur de *g*, qu'elle est *une constante pour un même lieu,* indépendamment des époques où ont été faites les observations [1].

Les différences que l'on a constatées n'atteignent que les dernières décimales et ne sont nullement en accord avec les conclusions de la théorie matérialiste.

Nous recommandons au lecteur attentif de suivre dans leurs détails les bases du calcul de l'éphéméride pour bien comprendre *la rigueur des conclusions* auxquelles on arrive et la sécurité des résultats qui en découlent.

Si l'on admet, en résumé, la théorie matérialiste et la *constance de la force vive actuelle* du système solaire, l'*astronomie* et la *pesanteur* protestent énergiquement contre les solutions numériques qui se déduisent de cette explication des phénomènes de la nature morte.

[1] Lire à l'appendice l'article sur la *Constante g.* p. 483.

CHAPITRE XIV

OBJECTION TIRÉE DE LA POSITION SIDÉRALE DU GRAND AXE DE L'ORBITE TERRESTRE

L'orbite terrestre est une ellipse peu allongée dont le grand axe fait, avec la position des étoiles, un angle connu.

Nous nous sommes posé cette question :

Si la théorie matérialiste des chocs est vraie, ne doit-on pas remarquer un angle de rotation pour ce grand axe de l'orbite terrestre ?

Ne doit-il pas se déplacer d'une façon très appréciable sous l'action systématique des chocs de l'éther, source unique de la gravitation d'après cette théorie ?

Ce point de notre critique demande quelques éclaircissements.

Un choc résulte toujours d'une différence de *vitesse* entre les corps choqués.

Si la gravitation est due aux chocs qui sont plus nombreux à la surface extérieure de deux astres qui se font face, qu'à la surface intérieure, il n'en est pas

moins vrai que ces chocs sont l'expression de la différence des vitesses des masses d'éther et des masses de matière pondérable au point où ils se produisent.

Donc, toute augmentation dans la valeur absolue de ces différences de vitesses, *augmentera l'intensité des chocs,* et toute diminution dans la *vitesse relative* des corps en contact au moment du choc, calmera la rencontre, adoucira la puissance du coup.

Ces considérations sont indépendantes de toute hypothèse sur la nature des corps qui se rencontrent.

Dans le cas particulier qui nous occupe, la vitesse de la terre varie, celle-ci rencontre nécessairement les masses d'éther choquant sa surface avec des vitesses différentes suivant les points de l'orbite considéré.

Prenons le quart d'ellipse parcouru par la terre du *périgée* à l'*aphélie*, c'est-à-dire du point où la terre est la plus voisine du soleil, au point de son orbite où au contraire elle en est le plus éloignée.

Nous voyons que pendant tout ce trajet, elle reçoit des chocs qui tendent à la rapprocher du soleil et qui sont *plus énergiques* que ceux qu'elle reçoit *dans l'autre quart d'ellipse* qu'elle franchira ensuite et où elle passe de l'aphélie au second périgée, en opposition avec le premier.

La vitesse propre de la terre s'éloignant du soleil, *augmente l'intensité des chocs,* la vitesse diminue, puis lorsque la terre a atteint l'aphélie, les chocs la ramènent plus près du soleil.

Les vitesses relatives des masses d'éther et de la terre sont *donc moins écartées numériquement* que pendant

la première période ; les différences, seules causes du choc, sont plus faibles.

L'intensité du choc est proportionnelle au carré des vitesses relatives et cette différence de vitesse est très sensible.

Le raisonnement qui précède nous prouve que, l'intensité des chocs étant plus grande sur la branche *montante* de l'orbite terrestre que sur la branche *homologue descendante,* l'axe de l'ellipse *doit tourner d'un certain angle,* cette rotation provenant des différences signalées dans la puissance des chocs.

Les chocs reçus le long des deux autres branches de l'ellipse entre les deux *périgées* et le *périhélie* (point où la terre retrouve le sommet du grand axe de son orbite le plus voisin du soleil) provoquent, pour des raisons identiques, une *rotation du grand axe, semblable et dans le même sens.*

Nous connaissons la vitesse absolue de la terre dans les espaces franchis, nous pouvons donc *calculer l'effet en kilogrammètres* des chocs, prenant la vitesse de propagation de l'énergie dans l'éther comme base.

Nous savons qu'elle est voisine de trois cent mille kilomètres par seconde.

Sachant que les chocs ont eu pour *effet* de faire décrire à la terre son orbite, nous connaissons la force d'attraction en chaque point de la trajectoire ; nous pouvons donc déduire directement par le même calcul, l'angle dont l'axe de l'orbite *devrait tourner par rapport aux étoiles fixes,* sous l'effet défini des variations dans l'intensité des chocs.

Nous avons fait le calcul et avons trouvé que cet

axe *devrait tourner de 17° 45′ environ, dans le même sens que la planète, soit dans un mouvement direct.*

C'est la déviation annuelle d'après la théorie matérialiste.

Or il résulte des observations astronomiques que les marées, l'aplatissement de la terre et quelques autres facteurs secondaires, *expliquent à eux seuls* la déviation *annuelle de 11 secondes* observée réellement.

La différence absolue de force vive des corps choqués, qui devrait expliquer l'ensemble des mouvements astronomiques, est impuissant à rendre compte de ces faits.

L'observation de l'angle que fait le grand axe de l'orbite terrestre avec les étoiles fixes, est en opposition systématique avec les théories matérialistes.

Nous ajouterons que les mouvements mécaniques des masses d'éther engagées dans ces chocs supposés, mettent huit minutes et demie pour venir du soleil sur la terre.

Par ce fait la terre n'est protégée qu'après huit minutes contre les chocs.

Nous voulons dire par là que le soleil faisant écran à la terre laisse passer tous les chocs tangents à la surface de son grand cercle et engendre un cône de protection qui n'atteint la terre que huit minutes après sa formation.

Pendant ces huit minutes, la terre a parcouru une portion appréciable de son orbite ; l'angle du cône protecteur avec la ligne droite, réunissant le centre du soleil avec le centre de la terre, n'est point nul, il est de vingt secondes environ.

Cet angle, qui exprime le *retard* dû au chemin parcouru par les chocs transmis par le mouvement de l'éther, augmenterait encore l'angle de rotation du grand axe de l'ellipse terrestre.

Les chocs, étant cause de la gravitation de la terre autour du soleil, agissent donc sur notre globe comme si le soleil se trouvait à vingt secondes d'angle en retard sur sa situation vraie.

Cette conclusion aurait pour effet de rapprocher constamment la terre du soleil et d'activer sa rotation en raccourcissant la durée de l'année.

On sait qu'il n'en est rien et que la durée de l'année terrestre est d'une fixité telle qu'elle défie encore l'exactitude de nos chronomètres et de nos pendules astronomiques.

Pour bien faire comprendre l'importance de ces déductions, il suffit d'exagérer l'influence des facteurs mis en jeu, afin d'en amplifier les effets et de les rendre évidents pour chacun.

Imaginons un train de chemin de fer qui roulerait sur une ligne ferrée de la forme d'une longue ellipse que nous supposerons *très allongée*.

Au milieu de l'ellipse nous placerons une sirène qui fait entendre un son très continu et toujours le même.

Si nous montons dans le train et que nous écoutions les sons perçus, nous verrons que chaque fois que nous roulerons sur une des branches de l'ellipse qui nous éloigne de la sirène, le son sera sensiblement *plus bas ;* lorsque nous reviendrons par contre avec vitesse sur la branche opposée de l'ellipse le son sera *plus haut*.

On n'entendra le *son vrai* qu'au *périhélie* et à l'*aphé-*

lie de cette ellipse, homologue de l'orbite terrestre dont la sirène serait le foyer.

La vitesse relative des ondulations sonores par rapport à l'observation augmente ou diminue le *nombre des chocs* reçus par le tympan.

C'est un phénomène exactement de même ordre qui devrait se passer pour les chocs de l'éther contre notre globe pendant son trajet elliptique autour du soleil.

Ici les variations d'intensité des chocs entraînent comme conséquence la rotation du grand axe de l'orbite.

L'angle de cette rotation nécessaire ne se mesurant pas effectivement, nous sommes en droit de considérer la théorie admise pour l'explication de la gravitation *comme mal fondée.*

La constance de la durée de l'année terrestre corrobore ces conclusions.

CHAPITRE XV

OBJECTION DÉDUITE DES DIFFÉRENCES FONDAMENTALES ENTRE LE POTENTIEL DES GAZ COMPRIMÉS ET CELUI DE LA GRAVITATION, DE LA COHÉSION ET DE L'AFFINITÉ

C'est dans les comparaisons que nous allons présenter au lecteur, qu'il saisira le mieux les oppositions manifestes qui éclatent dans la physique expérimentale, lorsqu'on introduit, pour l'explication des faits, des hypothèses justes ou erronées.

Toute la *théorie cinématique des gaz*, illustrée par les travaux de Clausius[1], est basée sur la constitution de la matière à l'état gazeux.

On admet que les molécules et les atomes gazeux sont animés de vitesses très grandes et qu'ils viennent choquer les *parois* des réservoirs qui les contiennent.

[1] Poggendorff's Annalen, C, 1857; CIII, 1858; CV, 1858; CXV, 1862; CXXI, 1864.
— Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie, Braunschweig, 1864.

Ici l'*étude des chocs* présente un intérêt considérable car *tous les phénomènes de la théorie matérialiste se vérifieront.*

C'est un domaine où, jusque dans ses moindres conséquences, on peut *prévoir* les phénomènes, les *calculer* et de plus les *vérifier expérimentalement.*

Le *pouvoir expansif* des gaz résulte de la forme même des gaz.

Chaque molécule, animée d'un mouvement propre, va heurter les parois des réservoirs.

Si celles-ci se déplacent et s'écartent, laissant dans le volume compris entre elles des espaces de plus en plus grands, les molécules continuent leur route jusqu'au choc.

La parfaite élasticité des gaz permet à ce mouvement de ne pas s'épuiser, chaque atome gazeux étant en équilibre dynamique avec les molécules des parois solides au moment du choc.

Les variations dans la *densité des gaz,* suivant leur *pression,* ont conduit les physiciens à la loi de Mariotte et de Gay-Lussac, loi qui se déduit directement de la thermodynamique en ajoutant aux variations de pressions les changements concomitants des températures.

Ainsi pour ce qui est des gaz, voisins de leur état parfait, c'est-à-dire loin des conditions physiques nécessaires à leur liquéfaction, nous pouvons les envisager comme des astres en course folle dans le ciel restreint du réservoir qui les contient.

Ils heurtent les surfaces, rebondissent, choquent d'autres atomes, lancés comme eux dans la même enceinte, puis continuent sans trève ni repos cette course échevelée.

On peut concevoir ces masses petites, formant des entités réelles, microscopiques, comme animées de mouvement, mais n'ayant pas une pesanteur suffisante pour être amenées au bas du réservoir, et n'exerçant aucune action spéciale les unes sur les autres en dehors des chocs qu'elles se transmettent dans toutes les directions possibles où le hasard des lieux les mettent en opposition.

C'est une remarquable *adaptation* de la théorie matérialiste, inventée pour l'explication des phénomènes cosmiques, et qui convient admirablement à l'étude des gaz.

Il est bon de suivre dans toute la physique des gaz ces conséquences du plus haut intérêt.

Dans aucun autre chapitre nous ne retrouverons mieux en place, tout ce qui a trait aux *chocs de la matière pondérable*.

La théorie de Clausius est aujourd'hui enseignée dans toutes les universités, elle a pris pied partout et chaque physicien s'en sert.

Elle a contribué pour beaucoup à affirmer dans la pensée des étudiants et dans celles de leurs maîtres, les *doctrines matérialistes* dont elle est l'exemple le plus frappant.

Dans l'étude qui nous occupe, la discussion de ces problèmes, concernant les gaz et le potentiel des gaz, est donc un des points principaux, car nous ne pouvons nous entourer de toutes les expériences de contrôle désirables pour faire la lumière et pousser les comparaisons jusqu'au bout.

Voici comment les oppositions de faits, entre la théorie matérialiste et la nature, se présentent dans le

domaine des gaz comprimés, comparés aux phénomènes de la pesanteur.

Nous avons dit que les gaz comprimés ne rendent dans leur potentiel qu'une partie seulement de l'effort, traduit en travail dépensé pour leur compression.

Déterminons exactement d'après la théorie matérialiste ce que peut représenter ce *potentiel*.

Il est probable que ce mot *potentiel*, qui n'est à sa place avec son vrai sens que dans la théorie spiritualiste, devra être exclu du langage lorsqu'il s'agira des gaz.

Cette application rationnelle des mots de la langue, et ce souci de ne les laisser utiliser, qu'à leur place logique, seront déjà un bon exemple destiné à prouver quel rôle constant les idées générales et les théories explicatives jouent dans nos moyens d'extérioriser nos pensées.

L'outillage naturel de l'homme dans cette direction est le langage qu'il emploie, et trop souvent les mots sont creux, n'ont pas le sens vrai qui leur convient.

Prenons donc une masse gazeuse et comprimons-la à une pression double par exemple.

Nous savons par la loi de Mariotte et de Gay-Lussac que la température s'élève au même instant où la compression commence.

Les deux phénomènes sont solidaires et concomitants.

Que nous comprimions lentement les gaz ou que nous procédions avec rapidité, l'élévation de température sera la même si l'on peut éviter le rayonnement qu'elle provoque.

D'après la théorie de Clausius, que fait-on en comprimant un gaz ?

On reçoit sur un piston mobile les chocs dus au contact des atomes en mouvement.

Ce sont ces chocs, très nombreux, très puissants, qui font naître la *pression* éprouvée par le piston.

En faisant marcher le piston *contre ces chocs,* nous faisons passer dans chaque atome une partie du travail fourni par le piston!

L'atome reste contre le piston durant un instant très court, soit pendant la *durée du choc,* il participe donc au mouvement qui s'effectue pendant ce moment très court et il rebondit loin du piston *avec plus d'énergie* qu'à son arrivée.

Chaque atome vient à son tour draîner le travail compresseur du piston qui s'avance contre ces chocs.

C'est une transformation pure et simple du mouvement qui s'opère ainsi.

Nous ne voyons engagés dans le phénomène que le piston qui communique le travail et des éléments gazeux qui le reçoivent. Ceux-ci augmentent leur *force vive actuelle* en transformant intégralement toute l'énergie qui leur est fournie par l'extérieur.

Les forces d'*attraction,* de *cohésion,* n'interviennent pas; nous avons rigoureusement dans ce phénomène le type de l'application de la communication des mouvements par les chocs.

Une série de billes lancées sur un tapis de billard, représentent très exactement à notre œil, dans un plan horizontal ce qui se produit dans l'espace par la compression des gaz.

Nous supposons que les billes et les bandes du bil-

lard soient parfaitement élastiques et que le piston compresseur soit remplacé par le coup de queue.

Où dans ce cas est le *potentiel ?*

Il n'y en a pas !

Tout le travail fourni est là, à l'*état actuel ;* l'inertie seule des atomes gazeux a utilisé pour l'accroissement de la vitesse, le travail introduit pendant la période de compression.

Le mot potentiel a été indûment employé et provient du fait que cette théorie est relativement récente.

Si l'on voyait directement les atomes dans leur trajectoire plus rapide après la compression, personne ne songerait à appeler potentiel, la somme de leur force vive plus grande.

Il y a donc l'effet de l'*ignorance, d'un doute,* d'une *certaine incertitude* sur l'exactitude des hypothèses concernant la structure intime des gaz, incertitude qui permet, dans une certaine mesure, de conserver le mot de potentiel lorsqu'on parle de l'*énergie virtuelle* d'une masse gazeuse sous pression.

L'élévation de la température du gaz comprimé est la conséquence immédiate du travail de compression qui se métamorphose instantanément en augmentation de la force vive accumulée dans chaque atome.

Donc, pour les gaz, la *température* est représentée par la *force vive totale* de l'atome gazeux.

Le déplacement de l'atome c'est-à-dire *sa vitesse de translation, fait partie intégrante des phénomènes calorifiques dans les gaz.*

Ces préliminaires bien posés, il est facile de voir pourquoi le potentiel des gaz a des fuites, pourquoi il

laisse toujours une certaine quantité de travail se déperdre au dehors, et ne rend pas en énergie actuelle tout ce qu'on y a déposé auparavant.

L'équilibre thermique, décrit par Prevost de Genève en 1791, et accepté par tous les physiciens depuis lors, consiste en ce que tous les atomes et molécules rapprochés les uns des autres oscillent de telle façon qu'ils échangent des quantités de force vive égales[1].

Un atome choque son voisin, son voisin le choque à son tour, de même d'un troisième, etc., etc.; le rayonnement intervient en même temps pour propager les ondes calorifiques et égaliser partout la force vive actuelle.

Cela dit, nous prenons, au début de la compression, une masse gazeuse contenue dans un réservoir.

Nous devons admettre que l'équilibre thermique s'est établi entre ce réservoir et le gaz qu'il renferme, donc les molécules et atomes de la masse gazeuse possèdent, *en moyenne,* la même force vive que celles qui constituent les parois solides du réservoir.

Au moment où la compression commence, nous augmentons la *force vive actuelle* des atomes gazeux, nous rompons nous-mêmes, par l'action mécanique que nous exerçons sur le gaz, l'équilibre précédent.

L'élévation de température se traduit pour les gaz, par une augmentation proportionnelle dans la vitesse de translation des atomes libres.

Ceux-ci vont choquer avec plus de violence les pa-

[1] Ce n'est pas l'expression de Prevost, mais l'explication dont il se sert contient implicitement ces conséquences dynamiques, et c'est pour cette raison que nous le considérons à bon droit comme le père de la théorie mécanique de la chaleur.

rois du réservoir, et l'amplitude des vibrations calorifiques va de suite augmenter pour les parois du contenant comme pour le contenu.

Ce travail, ainsi transmis aux masses solides du réservoir, *épuise* une partie de l'énergie fournie au gaz, et la température est *moins haute* qu'elle ne le serait sans le drainage de force vive établi par les parois.

De son côté, le réservoir était en équilibre thermique avec le laboratoire où l'on opère.

Dès que les portions du réservoir, en contact avec le gaz comprimé, se sont échauffées, elles communiquent elles-mêmes de la force vive aux murs du laboratoire, à l'air de la pièce, au sol sur lequel on marche autour de ces instruments.

Une portion de l'énergie transmise au réservoir, s'échappe par rayonnement dans l'espace ambiant.

Les fenêtres laissent passer une partie de ces ondes calorifiques rayonnantes qui, une fois sorties de la chambre, partent à jamais pour gagner les confins de l'immensité avec une vitesse de trois cent mille kilomètres par seconde.

En suivant progressivement le chemin parcouru par la chaleur qui a été produite au moment de la compression, on se rend compte qu'après quelques heures, tout le travail de compression, *sans exception,* s'est transformé en chaleur, que cette chaleur a élevé la température de l'air, du réservoir, des murs du laboratoire, que ceux-ci ont rayonné à leur tour, élevé d'une façon insensible à nos instruments, mais réelle, la température de l'air de la rue, et que de proche en proche, après quelques heures, quelques jours, quel-

ques années, un effet thermique est encore à suivre, résultat direct de la *vague calorifique* produite dans l'appareil au moment de la compression.

Ainsi, après un jour ou deux, on peut, sans grande erreur admettre, que toute l'élévation de température observée par suite de la compression s'est étalée sur la masse des objets et des corps qui environnent la demeure; que l'air atmosphérique en a emporté une partie au loin et que le rayonnement en a envoyé une autre partie dans les espaces sidéraux!

Où est la perte?

Elle est nulle, absolument nulle!

Le nouvel équilibre stable de température réalisé dans le réservoir qui contient l'air, *après la compression* est, aussi sensiblement que le permettent les instruments les plus délicats, *à la même température que précédemment.*

Le rapport entre l'instrument et le poids des corps qui l'entourent est tel, qu'aucune variation de température *permanente* ne saurait avoir une telle cause.

Si même une élévation de température pouvait être momentanément constatée dans le laboratoire, l'équilibre thermique avec l'*extérieur* aurait bien vite raison de cette surchauffe.

Le bilan de la masse gazeuse est donc très limpide :

1° Le gaz et le réservoir sont en équilibre thermique à une certaine température, celle de l'extérieur, supposée constante.

2° On comprime le gaz et on introduit une quantité d'énergie sous forme de travail de compression.

3° Cette augmentation d'énergie élève la température du gaz.

4° Le gaz chauffe le réservoir.

5° Le réservoir rayonne et chauffe le laboratoire.

6° Le laboratoire chauffe l'air extérieur, la rue, le sol et envoie sous forme de rayonnement de la chaleur dans le ciel.

7° Toutes ces déperditions ajoutées représentent exactement la totalité de l'énergie fournie au gaz pendant le travail de compression.

8° L'équilibre primitif est rétabli à la même température pour le gaz comprimé et le réservoir qui le contient.

Donc la masse gazeuse a reçu une certaine quantité d'énergie par la compression, cette énergie s'est transformée en totalité en chaleur, enfin, la masse gazeuse a perdu la *totalité de cette énergie par rayonnement, conductibilité et contact avec l'entourage.*

Cette masse gazeuse a donc *reçu* et *perdu* des quantités d'énergie égales, elle n'a donc pas modifié sa force vive primitive et cependant la pression du gaz a pu croître considérablement.

Nous pouvons dégager de ces faits des lois physiques importantes qui ne sont que les *conclusions de la théorie matérialiste* poussée jusqu'à sa limite :

1° Une masse de gaz possède *une énergie actuelle indépendante de la pression du gaz.*

2° Cette énergie est uniquement proportionnelle au *poids de la masse gazeuse,* c'est-à-dire au nombre d'atomes et à la *température* de ces atomes, soit à *leur vitesse de translation.*

Pour beaucoup de physiciens qui savent que les gaz comprimés sont une source considérable de force motrice, il paraît presque absurde de dire qu'une même masse gazeuse ne contient pas plus de force vive sous vingt atmosphères, par exemple, que sous la pression atmosphérique, alors qu'elle est maintenue sous les deux pressions à la même température.

Une analyse exacte du problème démontre pourtant le fait avec la dernière évidence.

Ce théorème est un des cas les plus précis où l'*érudition* corrige ce que l'*instinct mécanique* ne sait pas découvrir de suite.

J'ai entendu des mécaniciens praticiens, ayant travaillé au tunnel du Gothard, attaquer cette loi de physique avec la *conviction instinctive d'être fondés dans leurs raisonnements;* ils faisaient allusion aux écarts énormes du rendement des locomotives à air comprimé, suivant qu'elles sont chargées à 8, 10 ou 12 atmosphères.

La *théorie matérialiste,* qui se réalise d'une façon si complète dans la physique des gaz, nous donne sous toutes sortes de formes l'explication claire cherchée:

Prenons sur un billard, des billes lancées avec une certaine vitesse, supposons bien entendu les billes et les bandes parfaitement élastiques et le tapis sans frottement, la force vive de la somme des billes qui courent sur la surface plane du billard, est indépendante de la dimension de cette surface.

Nous pouvons supposer tout à coup l'introduction d'une bande mobile qui laisse passer toutes les billes dans un sens et les arrête dans l'autre.

Au bout d'un instant, si cette bande partage le billard en deux parties égales, toutes les billes seront dans le même carré, elles auront conservé les mêmes vitesses et frapperont les bandes avec la même énergie.

Le *nombre des chocs,* sur ces bandes réduites de moitié, *sera double;* la pression exercée sur ces bandes par la somme des chocs, sera double également sur l'unité de surface de la bande.

Mais le nombre absolu des billes, représentant la masse gazeuse, et leur vitesse absolue restant les mêmes, quelle que soit la surface du billard où les billes évoluent, *la somme de l'énergie qu'elles représentent est constante.*

Pas question de potentiel.

Nous avons au début de la force vive en certaine quantité; nous assistons à la transformation par chocs de cette force vive qui se répartit, à chaque instant et après chaque choc, d'une façon différente suivant la position relative des billes.

Les billes *ne se connaissent* qu'au contact par choc; en dehors des chocs, pendant lesquels elles modifient leurs vitesses, *elles s'ignorent,* n'ont aucune action appréciable les unes sur les autres et par ce fait se déplacent avec des *vitesses uniformes.*

Nous ne voyons nulle part une *accélération* dans le sens propre du terme.

Le jeu du billard étant très répandu, il sert d'exemple excellent pour faire entendre la *théorie matérialiste* dans toute sa pureté.

La théorie des gaz obéit complètement à la marche des billes : volume, pression, température sont les

équivalents de: surface du billard, nombre des chocs, vitesse de translation des billes.

La masse gazeuse est l'équivalent du nombre et du poids des billes.

Les comparaisons sont ainsi poussées à l'identité.

Nous avons appelé les gaz des ressorts parfaits, dans nos comparaisons nous avons donné aux billes, au tapis une élasticité parfaite.

La perte éprouvée par le travail que les gaz rendent après avoir été comprimés, est un fait *nécessaire,* qui tient aux conditions mêmes du mouvement dont nous venons de faire l'analyse.

Ces raisonnements subsistent pour tous les corps élastiques quelconques, constitués sur le modèle des gaz, indépendamment de toute idée préconçue sur leur nature intime.

Si donc la *théorie des chocs* doit expliquer la gravitation, la pesanteur, c'est que nous appliquons aux chocs de l'éther contre la matière les mêmes raisonnements que dans la théorie cinématique des gaz.

Tout ce que nous avons dit peut nous permettre maintenant de comparer utilement, pour la discussion qui nous occupe, *deux phénomènes parallèles,* l'un dû à la compression des gaz, l'autre dû à la pesanteur.

Nous supposons que nous assistions à l'érection de la grande pyramide d'Egypte et que les Egyptiens soient occupés à placer la dernière pierre posée au sommet.

Ils ont produit à ce moment, pour élever ce bloc de rocher, un travail mécanique ayant pour valeur le poids de la pierre, multiplié par la différence de hauteur entre la carrière et le sommet de l'édifice.

Si la théorie matérialiste des chocs est vraie, nous pouvons comparer très exactement ce travail à celui d'un piston comprimant des gaz.

Dans le premier cas, la pierre, en montant, repousse les particules de l'éther dont les chocs déterminent la force attirante de la terre; dans le second cas, le piston refoule les atomes gazeux dont les chocs selon la thermodynamique sont l'origine des pressions mesurées.

Les deux phénomènes deviennent d'autant mieux comparables que leur *modus operandi* est tout à fait *identique* et que l'un est le prototype de l'autre.

Or, si par hypothèse, nous supposons près de la grande pyramide un grand cylindre vertical muni d'un piston, nous pouvons toujours le choisir tel que le travail du piston, en parcourant un chemin *égal* à celui de la pierre, représente *un travail de compression égal* au travail de la pesanteur opérant sur le monolithe.

Les dimensions du piston réalisant cette égalité sont données par un calcul élémentaire.

Voilà donc deux phénomènes de mécanique identiques comme puissance, l'un opérant sur les atomes gazeux, l'autre sur les particules et les masses de l'éther.

Les effets doivent forcément être identiques.

L'expérience prouve exactement le *contraire !*

Lorsque le piston aura comprimé les gaz placés au-dessus de lui, il leur aura communiqué en *force vive actuelle* tout le travail des Egyptiens.

Cette énergie de proche en proche gagne tous les corps voisins, et par rayonnement une partie a passé

dans les espaces sidéraux, à jamais perdue pour la terre.

Le travail de retour du piston, s'il s'effectue aujourd'hui, après les quarante siècles légendaires, *ne rendra pas la totalité du travail fourni,* puisqu'il ne s'effectuera qu'au détriment de la température des gaz comprimés et que celle-ci baissera dès le début du travail de détente.

Il y aura deux *parts*.

Jamais on ne parviendra à récolter le travail total fourni aux époques antiques.

Ce fait n'est discuté par aucun physicien sérieux.

La compression des gaz ne peut pas introduire dans les masses matérielles un *potentiel constant;* au contraire sous forme de *potentiel* nous ne trouvons *rien,* tout le travail reste *actuel,* augmenté l'énergie effective des atomes, et se communique ainsi à l'univers tout entier.

Au *retour,* lorsqu'on permet au piston de revenir à à sa position initiale, la perte se mesure toujours sans exception; elle est chiffrable, connue, obligatoire.

Quant à la *pierre* qui a comprimé les masses de l'éther pendant son ascension, elle rend *tout* son travail, *intégralement,* sans aucune perte quelconque.

Bien plus, que l'on fasse exécuter à cette pierre l'ascension et la descente *aussi rapidement* qu'on le désire, l'*effort consommé* et le *travail rendu* pendant la descente sont constamment égaux et de même valeur, indépendamment de cette vitesse.

Ces quantités ne dépendent que du poids de la pierre et de la hauteur de chute.

Pour le gaz, la compression et la détente faites *ra-*

pidement ou *lentement,* modifient profondément les *valeurs absolues* de ces efforts mécaniques !

Plus la compression est rapide plus le travail est grand.

L'élévation de température qui accompagne la compression du gaz est d'autant plus sensible que le piston marche plus vite.

Ainsi, en comprimant très rapidement une masse gazeuse, la laissant ensuite séjourner, après sa compression, en contact avec les corps voisins, puis la *détendant très brusquement,* on portera à *son maximum* l'écart entre le travail fourni et le travail de détente.

Pour les effets de la pesanteur, rien d'approchant, les travaux de compression et de détente des masses d'éther, supposées par la théorie matérialiste, *sont identiques.*

Les expériences faites sur les pendules, les machines soulevant des poids, les chutes d'eau, ont fait admettre d'une façon irréfutable la *constance* des effets de la pesanteur, indépendamment de la vitesse d'ascension et de chute des corps qui se meuvent.

Nous trouvons ici une *opposition capitale* et de fond avec la théorie *matérialiste pure.*

Elle est inconciliable avec les résultats de l'expérience, elle n'en rend pas compte.

La théorie des gaz, qui a servi à fixer les bases logiques de l'attraction par l'influence des chocs, se transforme en *bourreau et met à mort elle-même sans recours* cette conception fautive des phénomènes de la gravitation.

C'est même en poussant plus à fond la *comparaison expérimentale* de ces deux ordres de faits, que nous

pouvons construire une échelle logique des forces et distinguer la part exacte qu'il convient d'attribuer dans tous les phénomènes cosmiques, à la gravitation, la pesanteur, la cohésion et l'affinité.

Le *potentiel* rendu intégralement par la *pesanteur* et transformé en force vive actuelle, sans aucune perte, voilà le *fait certain*.

Nous ne pouvons donc plus associer ni ramener aux mêmes causes efficientes deux ordres de faits aussi profondément séparés que ceux dus aux *chocs* des masses gazeuses et ceux dus aux autres *entités logiques*.

Le mur de séparation est réel, effectif.

Le rideau est tombé, il ne laisse passer par aucune fissure le plus petit rayon de conciliation.

En posant donc à la Nature la question : peut-on expliquer les phénomènes de la pesanteur par les *chocs?* elle répond en lettres majuscules : **NON.**

Cette réponse est tirée directement de la Physique expérimentale.

Elle domine toute notre étude actuelle.

C'est sur ce terrain que les observations directes permettent de différencier les deux grandes théories en combat perpétuel.

En nous forçant de chercher une autre explication du *potentiel,* à y voir autre chose que de la *force vive actuelle dissimulée,* le calcul basé sur la théorie mécanique de la chaleur a rendu le plus grand service à la *philosophie*.

Le syllogisme est complet.

Les conclusions sont tellement enchaînées aux pré-

misses que la théorie matérialiste succombe sans rémission devant le pendule astronomique comparé au piston comprimant un gaz !

Le duel est à mort.

La *théorie matérialiste pure a vécu.*

Voyons encore à quel point il est possible de pousser ces deux grandes théories dans leurs derniers retranchements et de constater l'écart considérable des observations expérimentales faites dans tous les domaines où les *forces* nous apparaissent maintenant comme des *entités logiques réelles,* en lieu et place de la matière en mouvement.

CHAPITRE XVI

LE POTENTIEL DANS LES RESSORTS, LES CHALEURS LATENTES DE CHANGEMENT D'ÉTAT ET LA DISSOCIATION CHIMIQUE DES CORPS

Les ressorts.

En prenant un ressort d'acier et en le bandant au moyen d'un travail extérieur employé à le déformer, on constate un *léger échauffement du ressort.*

Si nous comparons la quantité de chaleur obtenue avec celle que nous constaterions en comprimant un gaz avec un piston, nous trouvons en général que cette quantité observée pour le ressort *est infiniment moindre.*

Elle peut se réduire au *dixième* ou même au *centième* de celle que donne la compression des gaz qui ne se liquéfient pas pendant la durée de l'expérience.

La qualité de l'acier, l'épaisseur des lames du ressort, leur longueur, les frictions des parties frottantes, l'angle de déformation sont autant de facteurs qui modifient profondément la valeur absolue de la chaleur fournie par un ressort sur lequel on agit.

Lorsqu'on laisse le ressort revenir à sa position d'équilibre, il ne rend jamais la totalité du travail qu'on lui a confié; on constate toujours *un manquant.*

On peut établir une loi qui fixe la valeur numérique de ce manquant :

La perte constatée dans le rendement d'un ressort auquel on a donné la garde d'une certaine quantité de force vive, est toujours proportionnelle à l'échauffement produit pendant la période de compression.

Plus cet échauffement est grand, plus la perte est considérable.

Une lame de plomb ou de cuivre, tordue plusieurs fois en deux sens différents, s'échauffe vivement avant de rompre, surtout si l'on dépasse fortement les limites de l'élasticité, ce qui exagère le phénomène calorifique.

Au contraire un spiral de chronomètre, un fil de métal long et fin, tordu sur lui-même comme dans la balance de Coulomb, rendent la presque totalité des efforts enregistrés selon la position du ressort.

Dans ces deux derniers cas, il est impossible de mesurer ces différences tant elles sont minimes et défient la sensibilité de nos instruments.

On voit ainsi que les ressorts donnent un *potentiel variable,* provenant *de la différence de deux phénomènes.*

Toute la partie du travail mécanique extérieur fourni

au ressort et qui est susceptible de donner *un mouvement actuel* aux molécules du ressort *produit* de la *chaleur,* de l'*électricité* ou de la *lumière;* cette partie est perdue pour le *potentiel* qui ne représente que le travail emmagasiné sans qu'on puisse découvrir aucune élévation de température qui en ait été la conséquence.

Le *potentiel* d'un ressort ne provient par conséquent que de la partie du travail fourni qui *paraît perdue* lorsque le ressort est à fin de course, travail qui n'a son équivalent *actuel* dans aucun corps en mouvement, ni sous aucun mode d'énergie connu, chaleur, électricité, lumière, magnétisme.

Ces faits observés par la physique expérimentale, sont absolument généraux, sans exception connue.

Nous en déduisons les conclusions suivantes :

En bandant un ressort, nous produisons un travail qui paraît provoquer deux effets très différents.

Une partie du travail déplace les molécules constituantes du corps solide comme le piston déplace les atomes gazeux, en augmentant leur force vive actuelle.

Cette partie ne se transformera pas en potentiel.

L'autre partie semble écarter les molécules solides de leur position d'équilibre comme on le fait lorsqu'on soulève une pierre au-dessus du sol.

On ne constate aucune élévation de température, aucune force vive actuelle produite par la transformation de cette quantité d'énergie, c'est donc par définition du *potentiel.*

La force dans ce cas s'appelle *cohésion.*

Ainsi la *cohésion* donne un *potentiel* identique à celui que nous constatons en *astronomie* et dans la *pesanteur*.

Compression des liquides.

Nous trouvons dans la compression des liquides, des phénomènes pareils à ceux qui s'observent dans les ressorts.

Si l'on comprime subitement un liquide jusqu'à une pression considérable de deux à trois mille atmosphères comme l'ont fait certains physiciens MM. Natterer et Amagat, on remarque que ces liquides s'échauffent sensiblement en diminuant de volume.

Les relations entre les variations de volume, les écarts de température et le travail de compression, prouvent, lorsqu'on fait l'expérience avec un soin rigoureux, que la cohésion seule fournit du *vrai potentiel* comme dans les ressorts métalliques.

La compression des liquides entraîne des phénomènes thermiques très complexes. Ils sont la somme de chaleurs latentes déguisées, manifestation du potentiel de la cohésion et du travail actuel de compression qui rapproche les molécules les unes des autres.

MM. Daniel Colladon et Sturm, en 1823, ont fait les premières expériences sur la compression des liquides, ils constatèrent déjà à cette époque l'effet des pressions

sur les températures, mais les lois de la thermo-dynamique n'étaient pas connues et les *piézomètres* (appareils destinés à mesurer la compressibilité des liquides), n'indiquaient point comme un facteur important ces changements de température.

M. Paul Galopin, en faisant sa thèse de doctorat, sur les variations de température de l'eau comprimée subitement de 1 à 500 atmosphères dans les températures voisines de 0° et de + 4° a prouvé par les indications du thermomètre, qui s'est toujours élevé après la compression, que le *maximum de densité de l'eau* devait correspondre pour les hautes pressions à des températures de plus en plus basses.

Cette déduction logique, dictée par la thermodynamique, a été *confirmée expérimentalement plus tard* par M. le professeur Amagat de Paris[1].

Toutes ces *observations numériques* tirées de la physique expérimentale pure forment les chaînons de syllogismes si complets, qu'il est impossible de différencier en rien les effets de la *cohésion* dans les liquides des effets de la *pesanteur et de la gravitation.*

On voit par là, que la physique, théorique et expéri-

[1] *Paul Galopin :* 1° Sur les variations de la température de l'eau comprimée subitement à 500 atmosphères entre 0 et 10°. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 27 juin 1892. Arch. des sc. phys. et nat. 3e p., t. XXVIII, page 142.

2° Effets thermiques dus à la compression. Thèse présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Genève pour obtenir le grade de Dr ès sciences (Genève 1893).

3° Vérification expérimentale de la formule de Thomson. Arch. des sc. phys. et nat. 3e p., t. XXXI, 1894, p. 383.

Amagat : Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris. Dilatation et compressibilité de l'eau. 1893, 1er semestre, tome 116, page 41. Séance du 9 janvier 1893.

mentale, suit peu à peu la même marche que l'astronomie. On peut prédire, pour ainsi dire, les valeurs numériques de facteurs qui paraissaient autrefois totalement indépendants les uns des autres.

C'est l'ère nouvelle qui commence.

Compression des vapeurs.

En comprimant les gaz, nous avons déjà vu ce qui se passe : l'échauffement et la perte de la chaleur due à la compression.

Lorsqu'on comprime des vapeurs et qu'on les *liquéfie*, on met en évidence les phénomènes dus aux *chaleurs latentes*.

Ces phénomènes sont d'un ordre *absolument différent* de ceux qu'on constate en comprimant simplement les gaz.

Il est important de les rappeler ici :

La chaleur de compression d'un gaz est *égale* ou équivalente en calories au travail extérieur fourni par la compression.

Par contre, lorsqu'on a *comprimé des vapeurs* jusqu'à leur tension maximum pour la température du réservoir où elles sont emprisonnées, on liquéfie ces vapeurs sous pression constante avec une production de *chaleur énorme*.

Prenons un exemple numérique qui fera toucher du doigt le potentiel de la cohésion dans la liquéfaction des vapeurs :

Je suppose un mètre cube de *vapeur d'eau* à 100° de température sous la pression de 1 atmosphère.

Le piston appuie avec une force de 10330 kilogrammes.

La vapeur est sous la *pression maximum* de liquéfaction à 100° centigrades.

En faisant descendre le piston, celui-ci pour un parcours de 1 mètre aura développé comme travail 10330 kilogrammètres et comme volume engendré 1 mètre cube.

Or le poids de vapeur d'eau contenu à 100° dans un mètre cube sous la pression atmosphérique est égal à *660 grammes de vapeur d'eau*.

En les comprimant jusqu'à liquéfaction totale sous le piston, celui-ci fournit 24 calories, représentant ces 10330 kilogrammètres.

Par contre les 660 grammes de vapeur d'eau donnent effectivement *354 calories,* soit près de *quinze fois plus de chaleur* que la quantité représentée par le travail fourni !!!

Les molécules d'eau en chutant les unes sur les autres ont produit de la chaleur et du travail intérieur ; elles ont transformé en force vive actuelle ou en chaleur leur potentiel d'attraction.

Ce travail intérieur est abandonné aux corps avoisinants comme la chaleur de compression des gaz dont on ne saurait le distinguer au dehors.

Par contre, lorsqu'on voudra obtenir à nouveau la

vapeur, il faudra derechef fournir à cette eau les 354 calories qui se transformeront en potentiel, moins les 24 calories qui demeurent le *travail actuel* du piston.

Ainsi en conservant la vapeur à 100° et 1 at. de pression, les 354 calories moins 24, soit 330 calories sont *toujours là,* ne quittent pas la place, ne s'en vont pas, tandis que les 24 calories transformées par la détente des vapeurs peuvent se sauver, s'enfuir hors des vapeurs une fois le travail extérieur fourni par l'intermédiaire du piston moteur.

Les *chaleurs latentes* sont donc du *potentiel parfait,* puisque nous ne les retrouvons plus en *force vive actuelle* dans les vapeurs.

Les passages de l'état solide à l'état liquide et de l'état liquide à l'état gazeux, mettent ainsi en évidence dans la physique expérimentale deux sortes de phénomènes bien distincts:

Lorsqu'on modifie les *pressions* et les *températures* des corps considérés, la portion du travail de compression ou de détente qui se transforme en *force vive actuelle* ne donne pas de potentiel, cette partie de l'énergie transmise ne rencontre que l'*inertie de la matière* et modifie la vitesse de déplacement des atomes et des molécules des corps.

Au contraire, tout le travail extérieur qui est en lutte avec la *cohésion* et l'*affinité,* se transforme intégralement en *potentiel sans aucune perte quelconque.*

CHAPITRE XVII

DISSOCIATION DES CORPS

Tout ce que nous venons de dire sur la compression et la détente des corps solides et liquides, des gaz et des vapeurs, peut se redire pour les *dissociations* et les *combinaisons* des corps.

Lorsqu'une *réaction a lieu,* deux phénomènes concomitants se présentent, changement de température, et transformation de potentiel en *force vive actuelle*.

L'*affinité* remplace identiquement la *cohésion*.

La vapeur d'eau, dissociée en hydrogène et oxygène, est prête à rendre, *en se reconstituant,* toute la chaleur latente absorbée pendant la dissociation.

Il n'y a pas de perte, les quantités de chaleur sont indépendantes du *temps* pendant lequel s'opère la combinaison.

Les tensions de l'oxygène et de l'hydrogène libres suivent les mêmes lois que les tensions maxima des vapeurs.

Dans la calorimétrie, appliquée à la thermo-chimie,

les potentiels dus à l'affinité sont totalement réversibles sans perte.

Nous savons exactement aujourd'hui que dans les poudres à canon, la force vive communiquée au boulet au moment de la déflagration, représente le *potentiel chimique* de l'explosif.

Avant l'explosion, aucun mouvement actuel dans la poudre n'existe, représentant l'équivalence de l'énergie qui va être communiquée à la masse du projectile.

La théorie matérialiste succombe également devant ces faits, car elle ne saurait expliquer par la théorie des chocs l'exagération subite de l'énergie actuelle des molécules gazeuses provenant de la combustion des matières explosibles.

Nous pensons que les développements donnés antérieurement pour les phénomènes de la cohésion nous dispensent d'insister davantage sur l'affinité, car nous répéterions le même raisonnement en changeant seulement le champ d'expériences.

CHAPITRE XVIII

CONCLUSIONS DE LA DISCUSSION PRÉCÉDENTE

Les chapitres qui précèdent sont les plus importants de notre travail, car ils contiennent les bases expérimentales qui permettent de mettre en champ clos les deux grandes théories matérialiste et spiritualiste, nous amenant à conclure sans faire ni théologie, ni métaphysique, *en restant sur le terrain solide de la méthode scientifique stricte.*

Nous avons été appelés à voir des phénomènes semblables se séparer radicalement les uns des autres ; la ressemblance était une *illusion :*

Le piston poussé par un gaz comprimé nous donne la notion de la *pression* et de la *force expansive* de la matière à l'état gazeux.

Un corps que l'on soulève donne une impression identique, celle de la *force attractive* de la terre.

Les confondre, c'est commettre une *hérésie !*

Ces deux notions s'écrivent de la même façon, s'expriment en *kilogrammes* toutes deux et représentent les *forces* en mécanique.

Dans le fond elles sont *inconciliables.*

Il est impossible de les ramener l'une à l'autre, un abîme les sépare.

En comprimant du gaz nous ne créons point de *potentiel,* nous déplaçons de l'*énergie actuelle* d'un point de l'espace dans un autre point et sur d'autres masses.

En soulevant une pierre, nous faisons disparaître de la force *vive actuelle* qui s'évanouit réellement, sans qu'on puisse dire aujourd'hui où elle est; nous pouvons affirmer qu'elle n'est *ni dans la matière pondérable, ni dans l'éther.*

Or l'étude complète des *entités réelles* nous a montré que dans tout l'univers nous ne *connaissons que ces deux entités réelles et pas d'autres.*

La physique expérimentale, ne s'adressant encore qu'à la nature morte dans notre discussion, nous permet déjà d'affirmer au nom d'expériences irréfutables le point suivant :

Les phénomènes dus à la compression des gaz, à la chaleur, à l'électricité, au magnétisme correspondent à des *mouvements actuels* de la matière pondérable et sont susceptibles *de faire naître la notion de force par les chocs que les particules en mouvement exercent sur les surfaces en contact avec elles.*

Ces forces étant uniquement l'écho de la force vive actuelle, ne se transforment jamais en *potentiel,* elles restent toujours intégralement présentes sous *forme de mouvements actuels,* modifiables de mille manières.

Par contre :

Tous les phénomènes dus à la *gravitation,* à la *pesanteur,* à la *cohésion* et à l'*affinité, sans exception,* modi-

fient la *force vive actuelle* des corps en en changeant la *somme*.

Tous les rapprochements de la matière qui tendent à satisfaire les attractions, *augmentent* la force vive actuelle des corps, et réciproquement on constate une diminution de force vive lorsque les potentiels augmentent.

Le potentiel accompagne chaque atome, chaque molécule, chaque corps, *sans aucune perte,* comme un capital introduit dans un *coffre-fort inviolable*.

La force vive communiquée aux mêmes molécules se communique au contraire à tous les corps voisins par contact et rayonnement.

Un phénomène mécanique dû à la pesanteur est donc par ce fait *inconciliable* avec un phénomène de compression ou de détente de gaz, ainsi qu'avec un phénomène lumineux, ou magnétique.

La *force d'attraction* change de nom suivant les distances des corps attirants.

Nous l'avons appelée successivement *gravitation, pesanteur, cohésion* et *affinité*.

Elle est ainsi irréductible à aucun phénomène de mouvement appelé *chaleur, magnétisme, lumière, électricité*.

C'est une *cause première,* c'est le *primus*.

L'ensemble de ces faits expérimentaux prouve que l'*attraction ne provient pas du milieu dans lequel sont plongés les corps*.

Nous ne saurions trop appuyer sur ces conclusions déduites d'une série de syllogismes appuyés par toute la physique expérimentale.

Afin de bien faire saisir les conséquences multiples qui se dégagent de cette discussion, imaginons que nous assistons au retour de notre système solaire à l'état de *nébuleuse de Laplace*.

C'est l'état limite de désagrégation de tous les corps constituant chaque planète et le soleil lui-même.

Si l'on admet la théorie matérialiste pure, on conçoit que l'on est forcé de voir à la fin de ce travail de désagrégation toutes les particules animées d'un mouvement actuel tel qu'il soit identique en valeur à celui que nous constatons aujourd'hui dans notre système solaire tout entier.

Avec la théorie spiritualiste, on voit le mouvement total actuel de la matière, se transformer en *potentiel*.

Pour retourner aux limites extrêmes d'éloignement de toutes les parcelles de matière, il faudrait rappeler à nous tous les rayonnements solaires perdus dans l'immensité des espaces célestes.

Les molécules aujourd'hui ne trouveraient plus l'énergie actuelle nécessaire pour regagner leur place : nous parlons ici du lieu d'origine qu'elles occupaient le jour de leur création et qu'elles avaient au début des siècles passés.

Lorsque leur énergie entière actuelle serait utilisée à les diriger vers ce point abandonné, elles resteraient immobiles et inertes avant d'avoir pu regagner la position primitive.

Quelle différence fondamentale entre ces deux sortes de conceptions des phénomènes cosmiques !

Avec la théorie matérialiste, à n'importe quel moment on peut admettre le retour à la nébuleuse de La-

place et *ce retour obtenu, les molécules ont encore autant d'énergie disponible, soit de force vive, qu'aujourd'hui.*

D'après l'autre théorie, dès les premiers rayons du soleil à son aurore antique, la force vive provoquée par la transformation des premières quantités du potentiel s'est répandue au dehors sous forme de rayonnement; et nous voyons ainsi l'*impossibilité* du retour.

La totalité de la force vive actuelle du système solaire ne permet plus de rétrograder jusqu'à la nébuleuse de Laplace!

Comment ramener à la terre les énergies jetées dans le fond de l'immense ciel noir!

D'un côté: *mouvement constant,* sans variation dans la somme des énergies.

De l'autre, *immuabilité absolue* après avoir commencé, mais point fini le voyage de retour!

La physique expérimentale consultée *démontre* que la *seconde de ces alternatives est seule vraie.*

Précisons donc les conclusions que nous sommes en droit de tirer de l'ensemble des faits qui précèdent :

La *cause du mouvement* qui tend à rapprocher les particules constituant les corps, n'est pas dans le *milieu ambiant.*

Cette cause n'est représentée par *aucun mouvement de matière connu,* ni au dehors, ni au dedans de la matière.

Ainsi la cause première de toute manifestation des phénomènes physiques est la *création spontanée* de l'énergie par la transformation partielle du capital pri-

mitif qui a été introduit dans chaque molécule sous la forme de son *potentiel*.

Admettre le potentiel sous cette définition, c'est accepter les bases de la *théorie spiritualiste*.

Nous reconnaissons une CAUSE DU MOUVEMENT, SANS AUCUN ANTÉCÉDENT MATÉRIEL EN MOUVEMENT LUI-MÊME.

En constatant qu'il faut pour reconstituer le potentiel, dépenser une quantité de force vive égale à celle qu'on a obtenue dans la première période, on ne fait que chiffrer le potentiel entre les limites de l'observation.

L'égalité rigoureuse des deux périodes, indépendamment du temps, ne fait qu'affirmer et vérifier les bases de la *théorie spiritualiste*.

Répétons encore ici que pour tout esprit non prévenu la *théorie matérialiste* pure exige impérieusement de pouvoir expliquer l'ensemble des phénomènes cosmiques en n'utilisant que de la matière en mouvement, comme unique cause efficiente.

Si cette cause unique est frappée d'impuissance, si les faits expérimentaux protestent, il faut adopter une *autre cause,* ou renoncer simplement à toute explication rationnelle des lois de la Nature.

Nous avons démontré, sans opposition logique possible, que la matière en mouvement n'explique qu'une partie des faits et qu'une foule d'expériences nous forcent à rejeter cette *cause unique* comme absolument insuffisante et *contraire aux observations précises, tirées de la physique expérimentale*.

Donc, outre la *matière en mouvement,* qui peut expliquer toute une catégorie de phénomènes, il y a

une *cause* de mouvement qui n'est pas la matière en mouvement.

Une cause de mouvement qui n'est pas de la matière en mouvement, c'est la définition unique de l'**esprit** dans le sens physique et philosophique du mot.

Qu'on essaye de trouver au mot esprit un autre sens, on ne peut y parvenir d'une façon intelligible.

On constate toujours :

1° Qu'un esprit qui ne se manifesterait par aucun mouvement de la matière perceptible à nos sens, nous serait toujours inconnu et que nous n'aurions jamais l'occasion d'en parler.

2° Qu'un esprit, agissant sur la matière, ne peut se servir pour se manifester d'un mouvement antérieur existant dans cette matière, sous peine de perdre tout droit à sa propre existence.

3° La seule et unique démonstration de l'existence d'un esprit est donc le *potentiel* par définition.

4° Si le potentiel existe, et ne peut pas se ramener à se confondre avec la matière en mouvement, la *théorie spiritualiste est seule admissible,* à l'exclusion de tout autre.

Il résulte aussi de nos observations précises qu'au début d'un mouvement, provoqué par un *potentiel quelconque,* nous ignorons complètement la valeur du potentiel qui va être mis en jeu.

Nous ne connaissons cette valeur qu'à condition de ramener le corps à son point de départ et de différencier bien exactement les sommes de travail obtenu et dépensé pendant les deux périodes.

Lorsque le mouvement de retour dans la situation

primitive n'est pas possible, nous n'avons aucun droit de conclure sur la valeur absolue du potentiel dégagé ou absorbé.

Ces remarques seront de la plus haute importance lorsque nous parlerons des phénomènes observés en *biologie*.

Nous fixons dès maintenant les points cardinaux qui orientent les conséquences logiques de la physique expérimentale.

A propos du mot ESPRIT, qui est venu forcément sous notre plume comme la cause logique, l'entité logique par excellence, en opposition avec la matière en mouvement, nous renonçons à tout autre qualificatif.

Que dirons-nous d'un *esprit,* cause d'un mouvement ?

Les uns l'appelleront la *volonté de Dieu,* d'autres pourraient la dénommer la *manifestation du diable !*

L'imagination peut se donner *libre carrière,* on tombe ici en pleine métaphysique.

Pour nous, nous le répéterons avec vigueur, en physique expérimentale tout *mouvement matériel* de la matière qui ne peut être expliqué par un mouvement antérieur préexistant, caractérise l'existence d'une cause nommée : *esprit agissant.*

En réfléchissant sur ce sujet (rendu plus difficile par la déformation de la signification des termes que nous employons dès notre tendre enfance), on constatera assez vite que la définition du mot *esprit, force agissante, cause première,* n'est que la consécration logique des observations et conclusions que nous venons de noter.

Un esprit, dans le monde des esprits, est une fantaisie pour la physique expérimentale.

Un mouvement de la matière sans antécédent connu, sans transformation d'un mouvement actuel, tel est le caractère d'une *force, entité réelle,* opérant sur la matière, déterminant des mouvements observables et sortant de l'inconnu, de l'*innommable.*

Ce domaine de l'*au-delà,* d'où jaillit la force qui agit sur la matière, c'est le domaine des esprits, le domaine logique des *entités logiques.*

Le *potentiel* représente d'une façon précise la vraie signification de la théorie spiritualiste en physique expérimentale.

Chacun suivant sa tendance personnelle est libre de meubler ce domaine à sa guise.

Les observateurs mystiques verront dans chaque phénomène de la nature, issu du potentiel primitif de la nébuleuse de Laplace, l'action directe et voulue du Créateur et ils accepteront leur propre volonté et leur action personnelle, consciente, comme un facteur analogue, opérant sur le milieu où l'homme vit.

Dans cette façon de concevoir l'univers, le potentiel de l'homme, infiniment plus faible, serait pourtant une image du potentiel divin.

C'est pour faire saisir le vrai sens des mots que nous indiquons sommairement ici ces vastes sujets, car d'ailleurs ils *sortent absolument du champ de notre étude.*

Nous avons constaté que la physique expérimentale oblige l'observateur sérieux et sans parti-pris, à accepter l'existence de *causes de mouvement* dans la

matière pondérable, causes de mouvement qui ne sont pas des *mouvements antérieurs transformés.*

Ce réservoir d'*énergies inconnues,* qui échappent à toute observation directe, nous met en contact avec l'*obligation* d'admettre l'existence d'un domaine *extra-matériel* ou du *domaine* des *esprits,* des *forces,* des *causes premières.*

Voilà très exactement, **la conséquence forcée de l'examen critique du matérialisme et du spiritualisme par l'emploi de la physique expérimentale ne s'adressant qu'à la nature morte.**

CHAPITRE XIX

LES ENTITÉS LOGIQUES EN BIOLOGIE

Le lecteur se rendra bien compte maintenant des raisons qui nous ont fait sortir momentanément de notre programme.

En discutant d'abord pied-à-pied avec les deux grandes théories en présence dans le domaine de la *nature morte,* nous avons choisi un terrain de combat où tous les coups portent, où les preuves sont accablantes, sans réplique ; où la balance, le télescope, le pendule, le thermomètre s'accordent pour écraser la théorie matérialiste et nous forcer d'adopter le *potentiel.*

Dès que nous mettons le pied dans les régions où la *vie* apparaît, nos arguments perdent toute puissance, nous les sentons vaciller et trembler comme la flamme fugitive d'un feu follet !

Ah ! les *causes* dans la vie ! quelle question ?

Toute la physique et la chimie des êtres animés semblent en rébellion avec la nature morte !

Le principe de vie est le plus grand point d'interrogation qui puisse se poser à l'homme !

Quelle joie pour nous de l'aborder avec le *potentiel* en main !

Voilà pourquoi nous avons d'abord établi sur des bases que nous pensons inattaquables, le principe du *potentiel* comme cause effective du mouvement de la matière.

Avant d'entrer dans le cœur même du sujet, je vais me permettre une digression sur les différentes formes du potentiel, je la considère comme à sa place au début de l'étude des *entités logiques* en biologie.

Je suppose que l'on ait placé près d'une voie ferrée toutes les pièces d'une locomotive démontée :

Chaudière, bielles, pistons, roues, coussinets, réservoir d'eau, changement de marche, charbon, tout est là pêle-mêle, mais en parfait état de conservation.

Les allumettes pour le feu sont à côté.

Quelle idée avons-nous du *potentiel* gisant devant nous ?

Je prie le lecteur de se placer très exactement dans les conditions indiquées et de méditer sur les conséquences immédiates de cette analyse.

La locomotive étant *démontée,* le potentiel actuel visible est nul.

Il faut *grouper,* placer d'une façon spéciale les diverses pièces de la machine, leur donner des *attaches* prévues, il faut faire un *classement logique* des organes.

Il faut connaître leur fonctionnement *avec but final préexistant,* sans quoi le potentiel de cette locomotive reste et restera *nul.*

Il s'en suit que le *potentiel* n'apparaît que lorsque un *classement méthodique* de tous les organes a été opéré, lorsque le montage a marché parallèlement aux *causes finales,* conçues par le mécanicien et que l'allumette est mise au feu au bon moment.

Alors la pression de la vapeur opère et la machine peut fonctionner *en avant,* ou *en arrière,* avec une puissance égale.

Quelle est donc la valeur du *potentiel* devant la locomotive démontée ?

Qui saurait le dire ?

Les conditions du montage présupposent les causes finales :

Elles présupposent le *potentiel intellectuel* de la logique du mécanicien.

De plus, la machine peut aller *en avant* ou *en arrière.*

On peut admettre que le travail de montage de la machine se fasse de telle sorte que, montée pour *marche avant* ou pour *marche arrière,* le travail du montage en kilogrammètres soit *rigoureusement équivalent.*

Voilà le potentiel de cette locomotive, une chose ordinaire *en physique expérimentale,* inchiffrable à tout ingénieur consciencieux puisqu'il ne sait pas même dans quel sens elle marchera !

Voilà très exactement aussi notre situation devant les *locomotives animées,* devant les êtres vivants !

Composés d'organes les plus divers et les plus variés, les animaux sont groupés sur la longue série des êtres par classes et espèces !

De plus, le règne végétal et le règne animal se touchent à leurs origines, pour se différencier profondément dès leur apparition.

Mais que ce soient des plantes ou des animaux, en étudiant la vie, nous ne constatons que des mouvements de la matière.

Quelles sont dans les *phénomènes vitaux* les causes de mouvement, les *entités logiques ?*

La cellule.

Nous ne connaissons pas d'*être vivant* pouvant porter ce nom sans l'existence matérielle d'une *cellule.*

Or le mot cellule est celui que nous donnons à l'*organe* le plus rudimentaire, capable de nous montrer dans son intérieur les premières traces des phénomènes vitaux.

Les caractéristiques de ces phénomènes ont déjà été décrites au chapitre VI et nous n'y reviendrons qu'incidemment.

Nous voyons en particulier que la *respiration,* la *digestion* et la *reproduction* sont les phénomènes nécessaires de la vie.

L'*hérédité* et ses effets se manifestent à nous comme un *fait général* analogue à celui de la pesanteur.

Le *groupement* des atomes et des molécules maté-

riels dans les *êtres vivants* semble devoir constituer le fond même de la vie.

Nous avons dû grouper les pièces de la locomotive pour voir apparaître le potentiel de la machine.

Les phénomènes chimiques et physiques *doivent* grouper les éléments matériels pour former la cellule, la plante ou l'animal.

Quelle est la cause de ce groupement ?

Elle est inconnue ; c'est un potentiel dont nous ne connaissons pas l'origine.

Génération spontanée.

Il paraît résulter des expériences physiologiques très certaines que jusqu'à ce jour, le groupement spontané des atomes et molécules chimiques pour former un être vivant, quelque rudimentaire soit-il, a toujours échappé à notre observation.

On ne peut pas dire : la génération spontanée n'existe pas, mais on doit dire : toutes les expériences faites dans les milieux les plus divers, et avec tout le soin possible dans le but de permettre à la matière de s'organiser spontanément en donnant la vie à des êtres nouveaux, ont donné des résultats négatifs jusqu'à ce jour.

Cette étude consciencieuse et approfondie a établi la réputation et la gloire de Pasteur.

En somme, l'hérédité et la procréation directe des êtres vivants ont seules maintenu à la surface de notre globe les flores et les faunes connues.

En restant donc fidèle à nos méthodes, nous devons pencher pour admettre que le *groupement spontané* des particules matérielles constituant les êtres vivants est le résultat d'un *potentiel inconnu* dont l'action sur la matière pondérable s'est effectuée dans des conditions mal définies et qui nous échappent.

C'est une lacune béante dans les connaissances humaines.

Le principe vital.

L'école des vitalistes a essayé de faire passer dans la science, comme cause des phénomènes de la vie, un principe de mouvement qui serait le *fluide vital,* ayant ses attributs comme la *chaleur* ou l'*électricité.*

Son mode de mouvement serait justement la *vie* avec tous ses caractères.

D'après cette école le principe vital serait l'*entité logique,* la cause première de la vie ; elle se séparerait nettement par les effets de la pesanteur, de la cohésion, de l'affinité, contrecarrant même directement

leurs effets, et abandonnant les corps vivants au moment de la mort.

Les phénomènes chimiques et physiques reprendraient tous leurs droits à la mort.

Tant que la vie est là ces forces seraient bridées et dominées par le principe vital.

Les partisans de cette théorie considèrent l'*existence* actuelle et constante du fluide vital dans un être vivant comme une condition *sine qua non*.

Si le fluide vital abandonne, ne fût-ce qu'une seconde, un être, la mort définitive apparaît.

Nous avons démontré par l'action des grands froids sur les graines, les microbes et quelques animaux, notamment les molusques, que le *fluide vital* ne peut pas être considéré dans cette acception.

En neutralisant tous les *phénomènes chimiques,* les manifestations de la vie sont totalement supprimées et cependant certains organismes et animaux reprennent vie.

Donc le *potentiel de la vie* présente des caractères de *retour,* lorsqu'on a supprimé artificiellement ses effets pendant un certain temps.

Les vraies causes restent ainsi totalement inconnues, on constate les faits, leur succession, les *entités logiques de la vie végétative nous échappent.*

Le darwinisme.

En opposition au *fluide vital,* Darwin a conçu l'idée générale d'expliquer rationnellement le plus grand nombre de faits possibles relevant de la vie.

Il a cherché à les rendre *nécessaires* par le simple jeu des *forces majeures.*

Il admet que la nature vivante est une *lutte perpétuelle,* entre les causes qui produisent la vie chez les êtres vivants et les causes qui menacent leur existence et les font disparaître.

La *lutte pour l'existence* devient ainsi, d'après cet illustre savant, une *entité logique* qui explique pourquoi les êtres se sont *perfectionnés, modifiés* et pourquoi nous voyons cette merveilleuse complication dans l'organisation actuelle des animaux et des plantes.

La *sélection naturelle* serait la conséquence forcée de la lutte pour la vie.

Résumons cette théorie en quelques mots :

La nature s'organise un jour en un certain point et forme plusieurs êtres *très semblables,* voilà le *primus.*

Ces êtres pour vivre ont besoin de nourriture.

Celui des êtres créés qui a le *plus de facilité* pour prendre cette nourriture, la digérer, l'assimiler, deviendra le plus fort.

L'être qui sera le *plus fort* vivra plus longtemps que ceux qui sont plus faibles, à supposer qu'il ne les tue pas, usant ou abusant de sa force.

La recherche de la nourriture et les modifications du milieu où les animaux et les plantes sont appelés à vivre, porteront les organes à se perfectionner par *hérédité* dans la direction la plus apte à donner la prépondérance à tel ou tel type d'êtres vivants.

L'être qui commence à *voir,* vivra plus sûrement que celui qui ne voit pas, donc l'œil rudimentaire au début (et né on ne sait comment, ni pourquoi ?) s'héritera progressivement; c'est l'espèce qui aura l'œil le meilleur qui pullulera de préférence.

Comme cet argument se répète pour tous les organes et pour toutes les défenses comme aussi pour toutes les attaques, on explique ainsi que les animaux ont donné naissance à des espèces possédant des caractères de plus en plus accusés.

Les uns seront nombreux parce qu'ils se défendent bien et attaquent à coup sûr : les animaux féroces, les serpents venimeux, etc.

Les autres seront nombreux parce qu'ils se reproduisent avec une telle abondance que les naissances l'emportent sur les décès mêmes fréquents : les moucherons, les insectes, les microbes, etc.

D'autres encore iront dans l'eau chercher leur existence ou dans l'air, etc., etc.

En somme, si l'on admet que l'*hérédité* conserve et augmente les caractères distinctifs de chaque race, de chaque espèce, donnant aux descendants, outre les caractères essentiels, certaines modifications acquises

par l'individu lui-même, il est certain que l'*adaptation* des organes des animaux et leur amélioration au point de vue du fonctionnement utile, s'expliquent par une sorte de *mécanique rationnelle,* dont l'hérédité est le *modus operandi* sous l'influence de la *sélection.*

Dans cette manière d'envisager les choses on ne saurait méconnaître que Darwin a été un maître.

Il a ouvert des horizons nouveaux à la biologie.

Ses patientes recherches sur les pigeons et d'autres animaux, ses observations géniales ont été la plus belle contribution à l'avancement des sciences naturelles durant ce siècle.

Ce qui manque et manque complètement au darwinisme pour être complet, c'est l'explication des *pourquoi* et des *comment* au début de l'organisation des êtres vivants.

Jusqu'au moment où un organe est capable de rendre le premier *service effectif* à un animal, les différentes phases successives de cet organe n'ont pas de raison d'être, logique.

Le darwinisme ne sert à rien dans l'état rudimentaire des organes !

Le principe directeur pour l'assemblage des atomes et molécules destinés à la création d'un organe des sens est incompréhensible tant que l'organe ne fonctionne pas encore.

Bien plus, cet état embryonnaire est logiquement, dans beaucoup de cas, une cause de mort ou d'arrêt de développement.

On sait que les oiseaux, d'après la tradition darwinienne, sont les cousins germains des poissons.

Lorsque la nageoire s'est transformée *en aile,* l'animal ne nageait plus, ne volait pas encore, il devait *mourir,* aussi mal armé pour la lutte que maladroit pour trouver sa nourriture.

Si au contraire, brusquement l'aile est apparue, toute faite, si le vautour ou l'albatros est sorti de toutes pièces d'un œuf, c'est le darwinisme qui meurt.

Toutes les époques de transition montrent l'animal en butte avec des difficultés *plus grandes* que pendant l'état stationnaire.

Il perd le bon fonctionnement acquis d'un organe, en faveur d'un avantage ultérieur à obtenir par un membre non encore perfectionné, le privant d'un outil souvent indispensable et qui ne peut se remplacer de suite.

Ces contre-indications sont graves, elles ébranlent certaines thèses du darwinisme et prouvent que les causes efficientes du développement des organes des plantes et des animaux, réclament des facteurs plus complexes que la sélection et l'adaptation dues à la lutte pour l'existence.

Toute la physiologie moderne est basée exclusivement sur les *fonctions des organes.*

L'idée de *fonction* comporte l'idée du *but* de l'organe dans le milieu où il sert.

Si les améliorations, les perfectionnements de l'organe peuvent s'expliquer partiellement par la mécanique rationnelle, traduite magistralement par Darwin, la cause première de l'organisation des organes nous échappe encore totalement.

CHAPITRE XX

CAUSES DE LA RESPIRATION ET DE LA DIGESTION DES ÊTRES ANIMÉS

Les différents potentiels.

Après avoir constaté que sous l'influence de *causes inconnues* les éléments de la chimie organique se groupent pour former des cellules et celles-ci se groupent à nouveau pour former les êtres vivants, nous assistons maintenant aux phénomènes vitaux eux-mêmes.

Nous voyons en première ligne la *respiration* et la *digestion*.

Par ces deux fonctions l'être absorbe des gaz, c'est la respiration, puis des éléments solides et liquides, c'est la digestion.

En suivant pas à pas ces phénomènes complexes, il paraît que les lois de physique et de chimie, telles qu'on les connaît en chimie inorganique, s'appliquent encore rigoureusement sans aucune modification quelconque,

cela en opposition avec les affirmations souvent répétées d'observateurs nombreux qui se sont trop hâtés de juger sur les apparences.

En effet la complexité des milieux où se passent les réactions est de plus en plus grande ; le creuset où se rencontrent les éléments constitutifs des corps devient la cellule ou un ensemble de cellules, unies dans une même fonction.

En citant au hasard nous voyons apparaître le nucleus des cellules, puis la cellule du pollen, l'ovule, le spermatozoaire, enfin la chlorophyle dans les feuilles, les glandes dans les tissus des animaux, etc., etc. !

Quel est le chimiste qui, dans l'état actuel de la science, peut suivre l'effet de la lumière sur la fixation de l'acide carbonique par la chlorophyle !

Qui peut préciser le moment où le foie transforme en bile une partie du suc nourricier des animaux ?

Pourquoi le sang dépose-t-il ici du muscle, là de l'os, plus loin de l'humeur vitrée dans l'œil, de l'ongle, du cartilage, des cheveux, de la synovie, tous les tissus dont le corps de tous les animaux est construit ?

Chaque réaction pour elle-même se poursuit dans la profondeur cachée d'appareils compliqués, que nos microscopes optique et intellectuel ne savent pas analyser.

De temps à autre un cri puissant s'élève dans le monde scientifique, on a obtenu synthétiquement tel ou tel corps de la chimie organique.

Les synthèses du *camphre,* de l'*indigo,* de l'*alizarine* qui ont fait la gloire et la réputation des Hofmann, des Bayer, des Græbe, ont amené la *conviction* que tous

les produits de la chimie organique se retrouveraient très certainement dans le laboratoire si l'on parvenait à connaître et à suivre plus strictement les manuels opératoires des glandes, des tissus, des estomacs, des racines, des feuilles, en un mot des milieux organisés de la nature vivante.

J'entendais un jour sur ce sujet parler avec puissance, éloquence même, mon maître vénéré, M. Würtz, à l'Ecole de médecine à Paris.

Il venait de donner le jour synthétiquement aux ammoniaques organiques de la série de la métylamine; tout vibrant encore et enthousiaste il disait:

« Si nous connaissions la structure active des mi-
« lieux où agissent les affinités dans le sein des tissus
« vivants, nul doute que nous n'arrivions un jour à créer
« la cellule, la cellule donnerait les êtres successifs et
« ceux-ci nous mèneraient à l'homme... » puis se ravisant:
« c'est égal, l'ancienne méthode sera toujours la meil-
« leure ! »

Il résulte donc des commencements de connaissance que nous avons des phénomènes chimiques concernant la vie, que c'est uniquement à leur *complexité* que nous devons attribuer les ténèbres où nous sommes encore plongés à leur égard.

D'opposition absolue, de contradiction, nulle part !

Un physiologiste qui étudiait les phénomènes de la digestion disait vers 1830 : « Ce qui montre combien
« les lois de la chimie organique sont en opposition for-
« melle avec les lois de la chimie inorganique, c'est
« qu'un morceau d'estomac d'un lion, d'un chien ou d'un
« chat est digéré dans l'estomac du lion ou du chien vi-

« vants ! Donc le même estomac en contact avec les mê-
« mes substances dans l'estomac de la bête vivante est
« attaqué, détruit, décomposé s'il est mort et au con-
« traire garanti, protégé, nourri s'il est vivant. »

Cette opposition est en effet très frappante, mais aujourd'hui on connaît la raison chimique, logique pour laquelle l'estomac des animaux carnassiers ou autres est protégé contre l'action des sucs intestinaux.

En étudiant la circulation des tissus de l'estomac vivant, l'anomalie s'est évanouie.

D'une façon générale, les affinités chimiques opèrent des assemblages matériels intimes, soit des composés de la chimie organique de plus en plus complexes, au fur et à mesure que l'organisation des milieux où se passent ces réactions est elle-même plus complexe.

Nous pouvons traduire cette conclusion ainsi :

Une machine composée d'un *seul levier* donne sous l'effet des forces extérieures un mouvement simple.

Ajoutons un second levier au premier et rendons-les solidaires ensemble ; le mouvement se complique.

Ajoutons successivement, des roues, des bielles, des pistons et l'on arrive au mouvement des machines à vapeur, excessivement compliqué par rapport au mouvement primitif du levier simple.

La complication progressive des réactions chimiques suit un ordre absolument comparable.

Donc, et c'est ici une conclusion de base pour les *entités logiques en biologie,* la *disposition topographique des éléments chimiques* constituant le milieu où la *vie évolue,* possède un *potentiel, fonction de cette disposition dans l'espace.*

Le côté *morphologique* de la chimie apparaît.

Outre l'action de chaque atome, de chaque molécule pour son compte, on constate une *action d'ensemble,* sorte de somme de facteurs très faibles, non apparents, lorsqu'on a affaire à une ou à deux molécules prises isolément, mais qui, *ajoutés tous ensemble,* produisent les effets observés dans la *chimie organique.*

Imaginons un orchestre ; chaque instrument donne sa note, garde la mesure ; l'audition de l'ensemble est une symphonie ; elle prend à chaque élément quelque chose, mais donne un tout dont la valeur, rigoureusement égale à la somme totale de chaque instrument, est un effet puissant, original, nouveau.

Aucun soliste seul ne joue une symphonie, aucun élément seul ne donne des produits organisés.

L'orchestre en musique fait pendant à la disposition topographique des éléments en chimie.

Cette marche progressive dans l'étude que nous poursuivons, nous fait voir que le *potentiel* de l'*affinité* se complique suivant l'*organisation des éléments.*

Faisons encore entendre cette conclusion d'une façon bien claire, car le sujet est capital à cette place.

Je prends dix hommes également forts et j'ai pour objet de faire monter de grosses pierres sur une hauteur.

La disposition plus ou moins heureuse dans l'organisation des équipes donnera des résultats absolument différents.

Si je mets un homme par pierre il est incapable de la faire rouler sur le chemin.

Si je mets cinq hommes, ils ne travaillent pas suffisamment chacun.

Si je fais cinq équipes de deux hommes et que chaque équipe pousse une pierre, j'obtiens un moins bon résultat peut-être qu'avec trois équipes de trois hommes, un restant oisif et servant de rechange.

Enfin, en échelonnant les équipes le long de la route et en les faisant travailler chacune sur une portion de la montée, il est possible qu'on fasse plus de besogne qu'en laissant les dix hommes marcher ensemble d'un bout à l'autre de l'espace à parcourir.

Les dix hommes ont un potentiel défini, c'est par une administration intelligente, un bon groupement des énergies disponibles que l'on utilise le mieux ce potentiel.

Comment chiffrer le *potentiel* de ce principe intelligent qui opère le groupement.

La somme de ces *deux potentiels* est ce qu'on observe, mais en *kilogrammètres effectués* par le soulèvement des pierres le *potentiel du principe de groupement* ne se mesure pas !

On serait donc tenté de le nier si de nombreuses et faciles expériences ne nous en démontraient tous les jours l'existence, la puissance et les effets !

Ce n'est qu'en biologie que cette nouvelle espèce de potentiel apparaît.

On peut l'appeler le *potentiel de l'intelligence !*

Tant que le groupement des particules constituant les corps n'entraîne que des phénomènes de la vie végétative, c'est-à-dire des phénomènes de respiration et de digestion, le *potentiel* qui préside au groupement, à la morphologie des cellules plus ou moins complexes peut s'appeler le *potentiel fonctionnel.*

Dès que les mouvements musculaires apparaissent avec des signes non équivoques de volonté consciente, nous avons affaire aux *volitions raisonnables,* soit à des actes issus du potentiel de l'intelligence des êtres supérieurs.

Pour le moment, nous nous bornons à parler des phénomènes de la vie végétative.

L'acide carbonique de l'air, ou l'oxygène de l'air se trouve en contact d'une part avec la chlorophyle éclairée de la lumière solaire, d'autre part avec le sang au travers de parois étanches pour le liquide, perméables pour les gaz !

Les structures intimes des cellules constituant le parenchyme des feuilles et les membranes des trachées et du tissu pulmonaire donnent à ces cellules des *propriétés fonctionnelles* qui nous sont révélées comme les propriétés caractérisant un atome de soufre ou d'un sel quelconque, par des faits généraux, constants.

La *fonction* est ici l'apanage d'une structure, comme les affinités simples celui des corps élémentaires.

Au fond de tout cela nous ne trouvons qu'une longue suite d'observations bien faites et constatant toujours les mêmes faits dans les mêmes milieux et les mêmes conditions.

Ainsi l'absorption de l'acide carbonique, l'absorption de l'oxygène et de même tous les phénomènes d'endosmose et d'exosmose qui se passent dans les intestins de tous les animaux, sont les *effets fonctionnels* dus à la constitution même des tissus et à leur organisation.

Si la *fonction* n'apparaît qu'avec une *judicieuse*

organisation des molécules constituant, la ou les cellules qui opèrent, nous pouvons chercher à expliquer les causes de ce groupement par toutes les raisons mécaniques et obligatoires; cette recherche est logique, naturelle et rentre absolument dans le cadre de la physique expérimentale.

S'il est démontré que toute propriété d'assimilation de l'acide carbonique ou d'oxygène, obtenue *accidentellement* par un *groupe fortuit* d'éléments divers, réunis sous forme de cellule, a dû nécessairement se transmettre de préférence aux descendants de cette cellule plus forte, plus vivante que les autres et que progressivement les phénomènes de respiration et de digestion intimement liés à la prospérité de l'être doué de ces fonctions se sont accusés, fortifiés, développés, ... très bien, applaudissons sans réserve à cette brillante explication qui a l'immense mérite de la simplicité..... Mais qu'est-ce que cela prouve ?

Que le *potentiel fonctionnel,* qui serait né un jour d'une disposition accidentelle de quelques éléments, aurait du même coup établi son *acte d'état civil.*

La *fonction née* accidentellement aurait été le type de la *génération spontanée,* puisqu'une fois apparue, les principes de la mécanique rationnelle nous obligent à la concevoir comme *permanente* dans la série des êtres qui se succèdent.

Nous sommes donc forcés de tout ramener à la disposition première des divers éléments qui ont constitué les premiers centres actifs doués de *potentiel fonctionnel.*

Ces cellules une fois existantes, leur principe actif,

peut se manifester et le perfectionnement de l'espèce suivre son cours logique.

L'*entité logique* qui d'après tout ce qui précède explique les mouvements de la matière organisée, mouvements qui caractérisent la *vie* et toutes ses manifestations, serait donc comparable à la pesanteur, à la cohésion, à l'affinité, mais réclame pour se manifester et transformer son *potentiel* en force vive actuelle, un *groupement spécial* des éléments constitutifs des êtres.

Ce groupement peut avoir pour causes efficientes une foule de causes à chercher, parmi lesquelles nous devons par principe, et pour nous tenir strictement à la méthode scientifique, chercher la *plus simple,* et celle qui explique le *mieux* l'ensemble des phénomènes observés.

Nous n'avons en somme que deux hypothèses à faire d'une façon utile :

1° Admettre la *cause accidentelle,* fortuite, et suffisante pourtant pour tout expliquer.

2° Admettre les *causes finales,* écho matérialisé des vues du Créateur dans l'organisation des phénomènes de la vie.

Toutes les autres hypothèses sont boiteuses et sans intérêt.

Il ne vaut pas la peine même de les discuter car, poussées dans leurs derniers retranchements, on en viendra toujours à cette question finale : *oui* ou *non* le *hasard seul* a-t-il amené cette association d'éléments formant un être vivant ?

Nous sommes bien en face d'un dilemme.

Résumons les propriétés fondamentales qu'un assemblage de cellules doit posséder pour assurer la vie à lui-même et à ses descendants.

Potentiel de l'hérédité. Génération.

La première condition d'un *être vivant,* c'est incontestablement de présenter dans son intérieur les *caractéristiques* adoptés par la signification du terme : **vie.**

Outre la respiration et la digestion, nous appuyerons tout particulièrement sur la *reproduction* sans laquelle l'être vivant n'ayant pas de descendance anéantirait l'espèce avec son premier représentant.

Le *potentiel de reproduction* est ainsi lié logiquement à l'existence des êtres sur notre globe.

On peut même dire que la *longévité* des êtres existants et en vie aujourd'hui, doit, par principe même, être inversément proportionnel à la faculté de se reproduire.

Les êtres qui ne se reproduisent pas, ne meurent pas, ne vivent pas, c'est l'extrême limite de ce principe : un caillou !

En observant avec conscience les attributs caractéristiques des êtres vivants, nous ramenons à *quatre*

potentiels les *entités logiques* expérimentales qui semblent se dégager du problème de la vie.

1° *Potentiel fonctionnel de respiration :* possibilité due au groupement des cellules d'absorber et d'assimiler les gaz dans lesquels ils vivent, gaz libres ou gaz dissous : les poissons dans l'eau.

2° *Potentiel fonctionnel de digestion :* possibilité due aux affinités électives des cellules de l'être vivant, d'absorber et d'assimiler les liquides et les solides dissous dans les liquides.

La respiration et la digestion sont deux fonctions similaires, l'une s'adressant aux gaz, l'autre plus spécialement aux liquides contenant en solution les solides servant d'aliments.

3° *Potentiel fonctionnel de reproduction.*

L'être vivant toujours mortel, doit forcément *pour ne pas disparaître,* donner le jour à des êtres semblables à lui, destinés à le représenter dans la succession des temps.

Si ce *potentiel fonctionnel de reproduction* n'existait pas, on pourrait affirmer que la terre ne posséderait que des *cadavres d'individus* et des individus vivants, n'ayant ni père, ni mère, ni ascendants d'aucune sorte !

Ce seraient des *êtres isolés* sans descendance possible.

Suivant les causes premières admises, on serait disposé à voir ces êtres construits sur les mêmes types, ou sur des types n'ayant aucun rapport les uns avec les autres.

Le *hasard* donnerait naissance à des êtres de hasard, sans suite, sans règle, sans direction unique.

L'*intelligence du Créateur* reconstruirait les êtres *probablement* selon des lois semblables, caractérisant un plan de structure.

Ce qui est certain, c'est qu'il faudrait admettre des hasards bien *fréquents,* bien *soutenus,* pour concevoir une faune et une flore permanente sur nos continents et dans nos océans.

Les *causes de mort* devraient dans tous les cas être très rigoureusement proportionnelles aux *causes de vie* sans cela l'espèce, la race des êtres vivants connus disparaîtrait et nous ne les connaîtrions plus que par le souvenir.

4° *Potentiel fonctionnel d'hérédité.*

Si l'être se reproduisait tel quel sans changement, sans que les caractères acquis par l'*individu père* se retrouvassent dans l'*individu fils,* le perfectionnement serait impossible et les êtres seraient restés tous à l'état rudimentaire.

Chaque animal recommencerait pour son propre compte tous les perfectionnements locaux apportables à sa constitution, mais ne recevrait du père que le *majorat,* sorte de fidéicommis dans lequel les attributs inhérents à sa naissance se laisseraient seuls constater.

L'avancement de l'espèce, le perfectionnement des organes, des fonctions serait tari à sa source.

Nous n'aurions jamais la possibilité de faire intervenir comme facteurs auxiliaires la sélection des êtres, l'adaptation des organes dans la lutte pour l'existence si le père ne communiquait en partie du moins les résultats de sa propre expérience.

Le mot expérience est ici pris autant dans le sens morphologique que dans le sens psychique.

Tout être qui aura perfectionné ses *muscles,* aiguisé sa *vue,* travaillé son *intelligence* devra par ce fait mettre au jour des enfants plus vigoureux, voyant mieux, qui comprendront mieux que leurs devanciers.

Ces quatre *potentiels fonctionnels* sont aussi nécessaires l'un que l'autre.

Ils devront de plus être *simultanés* dans les cellules qui ont donné le jour *fortuitement,* ou *autrement* à tous les êtres connus.

Une cellule, ou une agglomération de cellules qui dès l'origine n'aurait pas été dotée de ces quatre fonctions, agissant parallèlement, n'aurait eu qu'une vie éphémère, sans résultat possible comparable au spectacle grandiose que nous offre la Nature !

Ces conditions sont aussi évidentes que celles que l'on formule dans les théorèmes de géométrie.

Nous devons donc admettre *sans démonstration possible,* comme cause des quatre potentiels de la vie végétative :

Ou bien : *le hasard.*

Ou bien : *la volonté intelligente d'un Créateur.*

Chacun est libre de prendre la solution la plus simple, et la plus conforme à ses aspirations.

Un voyageur arrive dans une fouille à mettre à découvert des pierres et des fragments d'objets divers.

L'homme a-t-il touché à ces choses ?

Ces objets sont-ils le résultat naturel des érosions, du travail des eaux, des oiseaux, des vers, des végétations ? etc., etc.

On discute souvent sur ces matières.

Si l'on trouve une pierre taillée, surtout si elle est dure comme du silex, si l'on reconnaît des poteries, du verre, des bijoux, des preuves de combinaisons dans le groupement de n'importe quelles parties des ruines déterrées, de suite on *affirme,* on est certain que l'*homme seul* a pu exécuter de semblables travaux.

Cette méthode me paraît juste et vraie.

En biologie nous ferons créance au *hasard* autant que possible, jusqu'à l'extrême limite, mais après.....

Restons logiques, ne sortons pas des méthodes précises, quelles qu'en puissent être les conséquences.

En résumé, les entités logiques de la vie végétative se résument à quatre potentiels spéciaux qui sont équivalents comme importance.

Ce sont :

1° Le Potentiel fonctionnel de la respiration.

2° Le Potentiel fonctionnel de la digestion.

3° Le Potentiel fonctionnel de reproduction.

4° Le Potentiel fonctionnel de l'hérédité.

Ces quatre potentiels ne semblent pas intervenir dans la création de force vive actuelle ; ils ne sont que le *potentiel d'organisation morphologique* des éléments matériels vivants.

Les affinités des corps chimiques exécutent le travail selon les *résultantes* du milieu *organisé.*

Si des expériences, à faire, démontraient que le *travail chimique total* des êtres vivants, était différent du *travail sommé* de tous les constituants, après l'exécution des mouvements matériels représentant la vie, il faudrait voir dans ces quatre potentiels ou quelques-

uns d'entre eux, des *forces* analogues à celles de la gravitation, de la pesanteur, de la cohésion, de l'affinité, opérant effectivement sur les masses matérielles, non seulement pour leur groupement, mais aussi pour leur mouvement actuel dans le phénomène vital.

Toutes ces questions restent ouvertes.

La science contemporaine attend les solutions numériques et expérimentales de tous ces problèmes.

Nous ne faisons ici qu'indiquer les points fondamentaux de l'étude philosophique de la vie révélée à nous par les mouvements de la matière organisée.

CHAPITRE XXI

LES ENTITÉS LOGIQUES CHEZ L'HOMME

Tant que le système nerveux n'intervient que dans les fonctions de la vie végétative, tout ce que nous avons dit dans le chapitre précédent s'applique à tous les êtres sans exception.

Avec l'apparition du système nerveux central, et tout particulièrement avec le développement du cerveau, placé dans l'encéphale des animaux supérieurs, nous reconnaissons des fonctions nouvelles de la plus haute importance et dont la modalité est absolument spéciale.

Le monde des pensées, le domaine psychique s'ouvrent devant nous.

Il va sans dire que c'est à l'homme que nous aurons surtout à poser les questions, puisque les animaux ne peuvent donner à toutes nos recherches expérimentales que des réponses évasives, peu précises et insuffisantes.

L'homme par le témoignage, la parole, les échanges

d'idées, peut seul éclaircir les points fondamentaux qui demandent à être élucidés, touchant les *entités logiques* qui déterminent les mouvements musculaires qu'il exécute et que nous observons.

La question se pose ainsi :

Quelles sont les *causes de mouvement* des animaux supérieurs et des hommes en particulier.

Nous savons déjà que les mouvements chez les animaux sont de deux classes très différentes :

Les mouvements de la vie végétative pour la plupart s'exécutant automatiquement dans la profondeur des tissus et des organes.

Notons dans cette catégorie, les mouvements du cœur, les contractions péristaltiques des intestins, les dilatations de l'iris, etc., etc.

Les mouvements volontaires qui sont dictés aux muscles par des actes conscients de la volonté des individus.

Les mouvements de la marche, la préhension des corps par la main, la mastication et la déglutition des aliments.

Tous les mouvements qui ne sont pas le résultat de crampes ou de contractions inconscientes des muscles rentrent dans cette seconde catégorie.

A cheval sur ces deux classes de mouvement, comme intermédiaire, nous trouvons la respiration qui peut se supprimer momentanément sous l'action de la volonté dans des limites assez restreintes pourtant.

Ainsi la totalité des mouvements observables de l'homme rentrent dans ces deux ordres de faits.

Nous allons en préciser les causes efficientes, les entités logiques.

Le muscle.

L'organe du mouvement, le moteur, c'est le *muscle*.

Mais le muscle est l'*entité réelle* qui provoque par ses contractions le déplacement des membres dont nous constatons le mouvement dans l'espace.

L'*entité logique* est la cause du mouvement de la contraction musculaire.

Tous les muscles actionnent tous les organes de la vie végétative, nous pouvons sans erreur de méthode attribuer leur contraction aux fonctions spéciales des centres nerveux, dont les quatre potentiels caractéristiques ont été étudiés au chapitre précédent.

Nous ne trouvons dans l'homme aucune différence, si on le compare à ce point de vue avec toute la série animale.

Le degré du développement des organes et des centres nerveux ne fait que constater le perfectionnement remarquable des organes rudimentaires à l'origine.

Le plus ou le moins, ne touche pas ici à la cause elle-même qui est la fonction des organes.

Les organes sont devenus très compliqués, les fonctions se sont aussi compliquées, affermies et spécialisées.

Organes et fonctions sont solidaires et inséparables.

Le muscle n'est que le vassal, l'obéissant serviteur de la fonction.

Le cœur chasse sous pression le sang dans le foie, les glandes ; le sang pénètre dans les viscères et s'y modifie, c'est le jeu constant de la vie organique, respiration, digestion de l'être.

Le muscle reçoit les ordres des *potentiels fonctionnels* de l'individu qui progressivement est représenté par une somme de cellules vivantes de plus en plus grande.

Les anastomoses de toutes ces cellules entre elles s'effectuent par le jeu des nerfs, vaste filet infiniment ténu qui rend solidaires toutes les parties élémentaires de l'être.

L'ordre de la contraction part donc des centres nerveux, tantôt ganglionnaires, tantôt de la moelle rallongée, tantôt du système grand sympathique.

Peu importe d'où part le signal, il est automatique, obligatoire et répond uniquement au potentiel fonctionnel de la disposition de plus en plus complexe du milieu vivant, constituant l'être.

Dans notre étude ici, nous n'avons nullement l'intention de suivre le *modus operandi* de la contraction musculaire, nous laissons cette recherche aux physiologistes.

Nous voulons préciser les causes du mouvement d'une façon générale sans entrer dans le détail du phénomène.

Ainsi pour l'homme, nous pouvons affirmer que la

disposition morphologique du tissu des organes commande les mouvements musculaires de la vie végétative sans possibilité pour les organes et les muscles de se soustraire davantage aux ordres reçus des centres nerveux qu'il ne serait loisible à une pierre de ne pas tomber, alors qu'on l'abandonne dans le vide à l'action de la pesanteur.

Depuis le protozoaire jusqu'à l'homme, cette loi est universelle, sans exception, *fatale*.

Le déterminisme le plus absolu commande toutes les contractions musculaires destinées à satisfaire la vie végétative des êtres animés, dans toute l'échelle des types vivants connus.

Les mouvements volontaires.

Tous les muscles qui dépendent du cerveau, de la substance grise chez l'homme et les mammifères supérieurs, c'est-à-dire qui sont reliés aux centres nerveux par ces conducteurs de forme et de structure si spéciales, se différencient très nettement des muscles servant aux phénomènes de la vie végétative.

Ces muscles provoquent ce qu'on appelle les *mouvements volontaires* et caractérisent la vie sociale de l'homme.

Ces mouvements sont de la plus haute importance

et c'est pour les étudier à fond au point de vue de la physique expérimentale que nous avons fait tout l'ouvrage qui précède.

En effet, voici la question capitale qui se dresse devant ces manifestations de la vie :

Les *mouvements volontaires,* sont-ils la conséquence forcée, obligatoire, nécessaire, fatale, du milieu dans lesquels ils se produisent, sont-ils les frères absolus des contractions musculaires servant à la vie végétative, sont-ils l'écho perfectionné des réactions chimiques nées dans le creuset et astreintes à toutes les lois codifiées de la science ?

Ou bien sont-ils *facultatifs, possibles,* présentant un *caractère dubitatif,* quant aux conditions de leur formation, de leur manifestation.

En un mot le *principe de liberté* peut-il valablement s'énoncer en parlant des mouvements musculaires de cette catégorie sans attaquer les bases mêmes de la science actuelle ?

Les *entités logiques* qui servent de causes aux mouvements observés en physique expérimentale, alors que le sujet est l'homme et les *mouvements volontaires,* vont répondre d'elles-mêmes à ces questions.

Il faut ici serrer la discussion, préciser le sens et la valeur de chaque terme et ne pas donner prise au moindre malentendu.

Pouvons-nous ramener les mouvements volontaires au *potentiel fonctionnel des organes constituant l'être ?*

En dehors des mouvements respiratoires, nous pouvons et devons nettement répondre : **NON.**

Un homme est assis, il se lève et marche, puis se

rassied de nouveau, se couche, etc., etc. Il évolue dans l'espace qui l'entoure avec des variétés d'allures qui excluent la *loi*.

Généralement tous les mouvements des muscles qui dépendent du système encéphalique central, ont un but conscient pour l'homme qui les exécute.

C'est ici le moment de parler d'un fait général qui accompagne toujours les mouvements musculaires volontaires, c'est la possibilité que possède l'homme de diriger son *attention intellectuelle* dans telle ou telle direction qu'il désire.

L'*attention* n'est point un corps, *entité réelle,* c'est une conception de notre esprit, substantif qui ne recèle aucune trace d'inertie.

L'attention est la condition des mouvements musculaires volontaires.

Si nous agissons sans attention, nous laissons chuter les mouvements volontaires dans la catégorie au-dessous, ceux des mouvements de la vie végétative.

Les habitudes prises, remplacent les fonctions des organes et le mouvement musculaire devient automatique.

Donc, pour rester maître de son mouvement, pour pouvoir affirmer qu'il est *volontaire,* il faut à tout prix que l'homme qui agit, conduise son attention sur les conséquences produites autour de lui par le fait des mouvements qu'il engendre.

Sans attention, pas de mouvement volontaire !

Les *entités logiques* des mouvements volontaires deviennent ainsi les causes des contractions muscu-

laires, causes étudiées tout particulièrement par la *psychologie* et la *physiologie*.

Si les ordres musculaires donnés à nos membres sont tous nés de phénomènes spontanés et nécessaires, obligatoires, découlant de tous leurs éléments d'origine par le seul fait du poids, du groupement, de la constitution du cerveau de l'être considéré, le principe de *liberté absolue* disparaît aussi nécessairement du muscle que du phénomène élémentaire de la chute d'une pierre qui se détache de la montagne.

Nous avons accepté cette conséquence sans aucune réserve pour tous les phénomènes de la vie végétative, pour lesquels les entités logiques, causes du mouvement, se réduisent aux potentiels fonctionnels.

Pour les mouvements volontaires, l'étude demande une distinction précise des *temps* et de l'ordre chronologique dans la succession des entités logiques conduisant aux mouvements de cette catégorie.

Ici l'emploi des mots de la langue demande une surveillance de chaque instant; tout terme mal défini, tout substantif dont la signification resterait douteuse, toute phrase ambiguë, seraient des causes irréparables de méprise sur ce sujet fondamental.

En cherchant de plusieurs manières à rendre compréhensible pour chacun les syllogismes précis de cette étude, nous trouvons que la meilleure manière de mettre en relief la valeur des mots et la portée des conclusions, consiste à prendre le problème par la forme synthétique.

Voici comment nous allons aborder l'examen des entités logiques des mouvements volontaires chez l'homme :

Nous sommes en face d'un dilemme :

Ou bien l'homme *est libre* et les mouvements volontaires qu'il exécute sont l'expression de sa *liberté* et de sa volonté libre, traduction directe et tangible du *libre-arbitre,* fait action dans le monde réel ;

Ou bien l'homme *n'est pas libre,* obéit forcément aux lois immuables des phénomènes physico-chimiques qui régissent ses *potentiels fonctionnels* et la fatalité inéluctable intervient encore dans tous les mouvements dépendant de son cerveau, de son système nerveux, de son corps !

Sa liberté n'est qu'apparente ; c'est un leurre, une illusion fâcheuse ; chacun de nous colore ses actes de ce mirage derrière lequel se cache la dure obligation de la passive obéissance à des lois qui nous commandent et nous régissent !

Ce dilemme peut donc se poser avec la *théorie spiritualiste,* et conduire aux mêmes résultats que la théorie *matérialiste.*

Cependant il y a déjà une *immense différence* entre ces deux alternatives suivant qu'on est resté matérialiste convaincu, ou que l'on est entré dans l'acceptation du *potentiel.*

En effet, pour les *matérialistes purs,* qui n'admettent comme cause unique du mouvement que la matière en mouvement, le dilemme tombe avec la question.

Le principe de liberté est inconciliable avec la seule entité logique admise par eux.

Ils répondent à la demande : « La liberté est-elle possible, » par un **NON** en grandes majuscules.

Pour les partisans du potentiel, la question reste ouverte.

Rappelons les points suivants :

Avec l'acceptation du *potentiel,* nous avons vu que la physique expérimentale nous oblige à reconnaître plusieurs conséquences successives dont les principales sont les suivantes :

1° Un mouvement actuel de la matière, dont la cause n'est pas un mouvement de la matière *antérieur* au mouvement que l'on constate pendant l'observation, nous force d'admettre le *domaine des esprits.*

L'esprit ayant pour définition en physique expérimentale : *Toute cause* de mouvement spontané de la matière, sans explication mécanique possible.

L'*esprit* est une *cause première* de mouvement de la matière.

2° Un *potentiel* peut avoir deux significations tout à fait différentes dans le *domaine des esprits :*

A. C'est d'abord l'*énergie due* à l'action des forces attractives lorsque les éléments peuvent se rapprocher les uns des autres.

Dans ce cas, le potentiel devient des *kilogrammètres.*

B. Le groupement spécial des atomes, fait naître en biologie le *potentiel morphologique.*

Ce potentiel est souvent nécessaire pour permettre au potentiel *A* de se manifester, mais il est impossible aujourd'hui de traduire le potentiel morphologique par des *kilogrammètres.*

Dès qu'un principe d'intelligence, de combinaison intervient pour utiliser des énergies séparées et leur permettre une action spéciale, impossible à réaliser

sans le groupement particulier, nous tombons dans le domaine du potentiel de l'intelligence et ce n'est plus avec des *kilogrammètres* que ce potentiel spécial se mesure.

Disons tout de suite encore à ce sujet que le groupement des molécules, constituant les corps organisés, peut exiger une même quantité d'énergie dépensée, et conduire à des centaines, à des milliers de positions des éléments, à des *formes,* dont le *potentiel morphologique* est différent pour chacune.

En résumé, la *dépense d'énergie* faite pour obtenir une forme particulière d'être organisé, n'est nullement en rapport avec le potentiel morphologique de cet être.

L'effet d'une bonne, d'une sage, d'une intelligente disposition des éléments, ne s'estime pas par l'effort mécanique dépensé pour être obtenue.

Les gens bêtes sont quelquefois très forts !

Un homme intelligent et malade, peut faire exécuter par des ouvriers robustes des machines merveilleuses que les ouvriers n'auraient jamais conçues.

Ces potentiels-là échappent à toute mesure directe.

3° Enfin nous avons dit qu'un potentiel qui provoque un mouvement visible ne peut *être mesuré* que si l'on peut revenir dans la *position première* des éléments qui sont entrés en mouvement.

Tout déplacement simultané d'une foule de molécules organisées, sans retour possible à l'état primitif, ne peut faire connaître en aucune façon la valeur des potentiels transformés en force vive.

En rappelant ces trois conséquences de l'étude du

potentiel faite dans les chapitres précédents, nous démontrons que le dilemme de la *liberté* ou de la *fatalité* des mouvements musculaires volontaires se pose logiquement pour les adeptes de l'école spiritualiste.

Ils ont le droit et le devoir de pousser plus à fond l'étude de ces qualificatifs des actes volontaires de l'homme.

Le domaine moral tout entier en dépend !

La dignité humaine, la valeur effective des individus sont intimement liées à la solution de ce problème de *physique expérimentale.*

Voici donc comment nous allons procéder :

Admettons la solution des adversaires de la liberté, *provisoirement,* et disons : l'*homme n'est pas libre.*

Pour pouvoir affirmer *valablement* une telle affirmation il faut posséder une idée claire des termes mis en avant !

L'on dit : « *L'homme n'est pas libre,* non, il n'est pas « libre ; il croit qu'il est libre, mais c'est une erreur !

« Tout nous prouve dans la science contemporaine, « issue de la mécanique, que c'est du mouvement de « la matière que procèdent toutes choses, nos pensées, « nos décisions, nos volontés comme le reste !

« Où trouvez-vous donc la place de faire naître la « liberté, c'est une chimère de poète ou de théologien.

« Pour tout homme raisonnable qui est au courant « de la loi de la *constance de l'énergie,* la liberté est « aussi impossible que le *mouvement perpétuel.*

« Certains mécaniciens mal instruits perdent encore « leur temps à tâcher de trouver une réalisation de « cette utopie !

« Certains philosophes croient de même à la liberté « humaine ou au libre arbitre ! Folie ! »

Voilà très exactement la thèse soutenue par les adversaires de la liberté au nom de la science contemporaine.

Je vais ici préciser davantage !

Je vais décrire avec soin ce que *nous ne sommes pas* d'après les adversaires de la liberté.

CHAPITRE XXII

SYNTHÈSE DE L'HOMME LIBRE

Construisons méthodiquement, de toutes pièces, un *homme libre,* l'homme que nous ne sommes pas, si l'on en croit les matérialistes ou les spiritualistes qui nient le libre arbitre.

Prenons un à un les attributs *nécessaires* que nous sommes contraints logiquement d'accorder à l'homme jouissant de la *liberté vraie*.

La conscience du Moi.

L'homme libre doit avoir conscience de sa propre existence et doit pouvoir dire avec Kant : *cogito ergo sum !*

Cette certitude, cette affirmation ne doit pas être *douteuse !*

Le sensorium.

Le *sensorium* sera le centre physiologique des manifestations de cette pensée : *cogito ergo sum !*

En effet, l'esprit, seul, sans corps, ne pourrait se manifester à nous par aucun signe quelconque, et l'homme libre purement psychique ne nous apparaîtrait jamais !

Nous l'ignorerions par principe même.

Il faut donc l'union intime de l'esprit et d'un corps ; l'esprit doit forcément, nécessairement, pouvoir provoquer des mouvements dans ce corps.

Si le corps immobile possédait une âme sans contact avec lui, tout mouvement étant interdit, nous serions en face de la statue pensante de Condillac et cette conception n'est point l'*homme libre synthétique*.

Les organes pouvant être quelconques, il faut seulement que leur fonction soit telle qu'un contact puisse s'établir entre la pensée, l'esprit de l'homme libre et son corps !

Cette propriété *est obligatoire ;* nous sommes contraints de l'accorder par principe même à notre « *créature.* »

N'oublions pas que nous construisons un *être libre* et que nous voulons lui voir accomplir des *actes libres,* sans lesquels il n'existera pas !

Le *sensorium* sera l'organe physiologique qui servira de point de contact entre l'esprit et le corps.

C'est dans le sensorium que nous ferons agir les ordres premiers qui entraîneront les mouvements musculaires voulus, lesquels constituent l'acte libre !

Nous n'avons besoin d'aucune autre condition d'organisation du *sensorium*.

Toute structure permettant le rapprochement du domaine intellectuel représenté par la pensée consciente d'un être, avec le domaine matériel, susceptible d'obéir par des mouvements de la matière aux ordres transmis par l'être, *satisfait totalement* aux conditions obligatoires de notre homme libre synthétique.

Si nous ne mettions que de la matière en mouvement, sans pensée, nous détruirions dès l'abord l'homme libre que nous voulons créer.

Ce serait une pétition de principe !

Si nous ne mettions que de la *pensée* sans corps en mouvement sous l'influence de cette pensée, nous commettrions une erreur non moins grande.

L'union des deux domaines est nécessaire !

Sinon notre construction méthodique est fautive !

Les sens.

Le *sensorium,* siège de la conscience de sa propre existence pour l'homme synthétique libre, doit être mis en communication avec le *monde extérieur.*

En effet, s'il ne faisait que permettre à la pensée de se contempler elle-même, toute seule, toujours seule, jamais un acte logique ne prendrait naissance !

La contemplation est *muette !*

La contemplation est l'expression naturelle de l'immobilité !

Donc, pour amener logiquement un mouvement volontaire, nous sommes obligé de mettre en contact le monde extérieur avec la pensée de cet homme.

On peut fournir à volonté à ce sensorium tous les systèmes nerveux possibles, toutes les hypothèses sont ouvertes et elles sont toutes bonnes !

Seulement nous pouvons, devant cette abondance, nous restreindre sans chance d'erreur systématique.

Nous accordons donc à *notre homme,* le sens du toucher, de la vue, de l'odorat, du goût, de l'ouïe.

Nous pourrions lui donner un sens pour les oscillations électriques, il verrait par ce sixième sens les corps électrisés comme nous voyons avec les yeux les corps lumineux !

Nous pourrions lui donner le sens spécial des *pigeons voyageurs,* qui retournent au nid à des centaines de kilomètres de distance, voyant leur demeure par des *organes inconnus* à l'homme ordinaire !

Nous pourrions rendre le sensorium sensible au magnétisme, et cet homme se dirigerait *sans boussole,* en étant lui-même directement renseigné sur la situation qu'il occupe et son orientation !

Dans une cave, une grotte, au fond de l'eau, partout cet *homme boussole,* en pleine obscurité, connaîtrait sa position relativement au pôle !

Si nous continuions ces hypothèses, nous serions en droit de concéder à cet homme libre toutes les propriétés les plus transcendantes !

Il n'y a pas de limite dans cette direction.

Cependant logiquement, comme nous désirons comparer notre homme libre synthétique avec *nous-même,* il convient de ne pas lui donner des attributs excessifs.

Au point de vue de ses moyens, nous ne devons pas difficilement le suivre dans ses évolutions, résultant d'hypothèses logiques, permises, mais trop en dehors de nos habitudes.

Nous ne donnerons donc que les *cinq sens* à notre *créature* et nous la laisserons opérer sans déformer ni amplifier les cinq modalités connues de notre système nerveux.

Ainsi il est bien convenu que notre homme libre synthétique peut :

voir,

entendre,

toucher,
sentir,
goûter,
et que, de plus, il a un système musculaire dont les mouvements obéissent aux ordres du sensorium !

Il résulte des conditions de départ dans lesquelles nous plaçons *notre être libre* qu'il est, par principe même dans le même contact avec le monde extérieur que nous le sommes nous-même, sans aucune modification systématique.

La mémoire.

Une propriété fondamentale, qui doit accompagner les cinq sens et le *pouvoir musculaire,* c'est la *mémoire.*

Nous appellerons *mémoire* la possibilité du sensorium de conserver une espèce d'*album photographique* de toutes les sensations, impressions, volitions, états d'âme qu'il a perçus et de les conserver dans l'ordre chronologique enregistré.

La *mémoire utile* consiste en plus à pouvoir, à *volonté,* consulter cet album, s'en servir, le feuilleter dans un sens et dans l'autre et à donner à l'être pensant la double sensation, premièrement de la *solidité* et de la *valabilité* de son souvenir, et secondement de

posséder cet album comme un domaine, bien à soi en toute propriété, que l'on peut, par acte volontaire, parcourir en tous sens.

Si nous ne donnions pas cette propriété fondamentale à notre homme libre synthétique, aucun de ses actes volontaires n'*aurait de signification.*

Oubliant au fur et à mesure de leur apparition, toutes les impressions reçues, le passé s'évanouirait sans laisser de trace, l'homme ne penserait pas à l'avenir et le *présent* se réduirait à la durée infiniment courte des mouvements vibratoires ou autres, excités dans le système nerveux par les causes extérieures.

Comment dans de pareilles conditions faire valablement apparaître le moindre *lambeau de liberté!*

Les actes provoqués par le sensorium ne seraient que des mouvements réflexes, inconscients, sans ordre, sans but, sans motif!

L'homme ne serait plus qu'une machine physiologiquement bien construite, mais l'âme absente!

Tout ce que l'on appelle: expérience acquise, valeur de la pratique, longue carrière, n'est qu'une forme déguisée dans laquelle on retrouve tout ce que nous venons de dire!

Sans la mémoire, l'idée même de sa propre existence s'évanouit, c'est la propriété intellectuelle maîtresse et obligatoire.

Nous ne doutons pas que ces considérations, aidées des propres convictions du lecteur, n'amènent chacun à reconnaître que l'homme libre n'existe pas *sans mémoire.*

Donc notre créature construite libre synthétique-

ment doit posséder la *mémoire,* une *excellente mémoire !*

Maintenant quel sera le fonctionnement organique de la mémoire ?

Nous pouvons hardiment répondre : il sera quelconque !

Tous les moyens, n'importe lesquels, que la nature emploiera pour permettre au sensorium d'avoir conscience de ses souvenirs sont *bons* en principe.

Nous n'avons pas même besoin de les connaître !

Il suffit que l'on puisse par voie de contrôle, par voie de témoignages, vérifier plusieurs centaines, plusieurs milliers de fois que la *mémoire est fidèle,* pour en assurer le principe et toutes ses conséquences ultérieures !

Lorsqu'on se rappelle la lecture d'un livre et qu'on raconte à un ami son contenu, l'ami lisant le livre *confirmera* par sa propre lecture le bon fonctionnement de la mémoire de celui qui, *de souvenir,* lui en a fait la narration.

Enfant, nous avons vu une campagne dans un beau site, près d'un lac, avec le ciel et l'eau bleus, nous n'avions que deux ou trois ans !

Le souvenir est presque un songe !

On se rappelle vaguement une délicieuse sensation de bleu, de choses ravissantes, douces comme un beau printemps, un chant lointain !

Un jour, vingt ans plus tard, les circonstances nous ramènent dans les mêmes lieux qui ne nous étaient connus que par ce mince filet de rayons lointains et presque effacés.

Tout à coup ces souvenirs vagues se précisent!

— Ah! là c'est la maison, ici c'est la pelouse, plus loin le kiosque et nous voilà gambadant dans le tumulte d'un précis ressouvenir et d'une joie indicible.

Avec une netteté formidable la scène d'enfance qu'on croyait évanouie réapparaît à nos yeux!

Nous revivons en une seconde les souvenirs d'antan, et souvent une larme exquise vient mouiller notre paupière en silence!

Personne ne se doute de la page délicieuse que notre âme a vécu! elle revit son enfance! les premières notes adorables du beau dans la Nature!

Où était enfouie cette image si nette pourtant! Dans quel pli du cerveau!

De l'âge de deux à trois ans à l'âge d'homme, les substances chimiques du corps se sont transformées, permutées, augmentées, accrues!

Le corps a expulsé cinq ou six fois au moins toutes ses molécules, en a pris d'autres, etc., etc. Au milieu de cette activité ininterrompue de la vie physiologique, un petit souvenir d'enfance, vague comme un léger écho dans les bois, se maintient, se grave, se conserve! On revoit un fragment du tableau et tout à coup la toile reparaît, fraîche, brillante sans qu'il y manque le moindre détail!

Oh le souvenir! quelle énigme!

Le mécanisme de la mémoire nous échappe absolument, il ne nous est connu que parce que c'est un *fait général* et s'impose comme toute observation constamment renouvelée.

Nous acceptons donc la mémoire telle quelle et

nous n'essaierons pas même d'esquisser le *modus operandi* du système nerveux.

Le *sensorium* sera le siège obligatoire de la mémoire car les actes libres doivent être dirigés par cette propriété nécessaire de l'*homme libre*.

L'intelligence, la logique.

Si la créature pensante et libre que nous créons de toutes pièces actuellement, n'avait que les impressions sensorielles, le pouvoir de donner des ordres aux muscles et le *souvenir* par la mémoire, la *liberté* ne pourrait pas encore prendre naissance.

Pourquoi faire ce mouvement plutôt que celui-là?

Pourquoi préférer le froid au chaud, le vert au rouge.

Pourquoi manger?

Pourquoi se mouvoir?

L'homme n'ayant aucun lien par lequel il puisse réunir ses impressions, en dehors uniquement de leur ordre d'introduction dans son sensorium, la mémoire aidant, il sera comparable à une coquille de noix ballottée par la vague.

Ni gouvernail, ni voile, ni pilote, ni boussole!

Sa cargaison n'est composée que de souvenirs! rien d'autre!

Il faut donc nécessairement qu'un *enchaînement logique* procède aux ordres que le sensorium dictera aux muscles!

Des faits *antérieurs,* l'homme jugera l'*avenir* surtout s'il est immédiat!

Au fond dans l'esprit du mot tout le monde, principalement l'*homme libre* doit, par principe, être un peu *prophète!*

Si nous appelons *prophète* celui qui *devine l'avenir* nous ne faisons qu'élargir le *sens normal* qui doit s'attacher à tout *acte logique.*

Un homme se lève pour chercher un morceau de pain sur la table afin de le manger; il *prédit l'avenir.*

Il sait que dans trois ou quatre secondes sa main aura touché le pain, une seconde plus tard la première bouchée pénètre dans sa bouche et ainsi de suite!

Les deux ou trois minutes d'*avenir* lui paraissent aussi claires, précises et certaines que les quelques minutes qui précèdent!

Cette prédiction-là est banale, elle est constante dans toutes nos habitudes sociales!

Le lendemain, on sait que l'on a des rendez-vous, des affaires, des obligations.

On se dit: demain je ferai ceci ou cela et l'on fait le programme de sa journée avec assez de confiance!

On caresse des projets d'avenir!

Je veux prendre telle ou telle carrière; je ferai tel mariage, j'irai chercher fortune dans les pays lointains! j'irai à l'armée!

On dessine ainsi un avenir qui de plus en plus s'éloigne du moment présent.

L'avenir sous cette forme très normale est souvent réalisé avec une merveilleuse exactitude !

J'ai connu un riche banquier, mort aujourd'hui, qui a joui dans toute sa carrière du bonheur incroyable de prédire son avenir des années d'avance presque au jour le jour !

« L'an prochain j'irai à ma villa le 16 juin ! »

Et ainsi fut fait, le 16 juin, il arrivait d'Italie !

« Dans deux ans je compte visiter les montagnes « suisses et l'an suivant j'irai en Espagne. »

Ces voyages s'exécutèrent avec la précision d'un chronomètre !

Il y a donc dans la prédiction de l'avenir deux catégories de *prophètes :*

Les uns sont les prophètes logiques, ceux qui, rattachant les causes aux effets, jugent d'avance les effets de causes qu'*ils connaissent.*

Les autres sont les prophètes qui, sans connaître les causes efficientes, s'amusent à affirmer dans un avenir plus ou moins lointain des événements entièrement indépendants de toute influence qui leur soit connue.

Tout homme *logique* doit être *bon prophète* de la première catégorie.

Il se souciera très peu d'être de la seconde !

Un homme connaissant à fond la situation politique de l'Europe peut risquer des prédictions de guerre ou de paix !

Il peut prévoir les alliances, les traités, les affinités des peuples et leurs conséquences !

Il peut *timidement* avancer ses idées personnelles

que la froide réalité s'amuse souvent à déjouer comme à plaisir !

La tireuse de cartes qui nous dit où est un chien égaré, le numéro du gros lot à la loterie du Panama ou de Fribourg (Suisse), qui prédit le succès ou la perte d'un procès à la Cour de Paris, alors même qu'il est imperdable, le temps qu'il fera dans un mois ! cette tireuse de cartes, cette vendeuse de bonne aventure, fera les délices de tous les observateurs de l'humanité !

L'exploitation systématique du côté mystique de l'homme, est chose qui dure de tout temps, on le met en coupes réglées, la dupe paie, paie encore et retourne toujours à ces marchands d'avenir comme les papillons qui se font brûler les ailes aux lumières du soir !

L'intelligence, la logique sont donc deux propriétés non moins nécessaires à l'*homme libre* que toutes celles dont nous avons dû le doter progressivement.

Associer dans l'avenir les conséquences des actes à ces actes, percevoir avec clarté les causes et leurs conséquences, telle est la base logique du principe de la *vraie liberté*.

L'intelligence n'est rien sans la mémoire.

La logique n'existe pas sans la conception nette de la *causalité*.

La *causalité* dans la *liberté* est la conscience du pouvoir *musculaire* dont dispose le sensorium ; ce pouvoir s'exerçant par le mouvement des membres dans le monde extérieur.

La *causalité* dans la *liberté* s'adresse aussi au domaine des pensées.

L'homme libre synthétique, doit pouvoir non seulement faire marcher ses membres et les mouvoir à sa guise, mais il doit pouvoir diriger ses pensées dans l'*album de la mémoire,* et s'y promener mentalement avec la même aisance qu'il dirige son corps dans le monde extérieur.

La volonté de direction des pensées est aussi importante et impérieuse pour assurer le principe de liberté que la libre disposition des mouvements musculaires.

En réalité les mouvements extérieurs seuls sont vus, et perçus par les *autres* observateurs.

Le sujet par contre peut seul apprécier et constater le principe de liberté dont il dispose dans le domaine des pensées.

La logique, infiniment puissante, peut faire prévoir les conséquences nécessaires, dans le domaine de la physique et de la chimie, de tout mouvement destiné à provoquer ces phénomènes.

Ici, la logique correspond à l'idée de *science parfaite.*

En astronomie, la connaissance des temps représente la logique parfaite, en dehors des influences de notre système musculaire.

L'*histoire de l'humanité* est la science des phénomènes, associés aux *actes des hommes.*

La *logique* et l'*intelligence* sont nécessaires à toutes les manifestations vraies de la liberté; donc notre homme libre synthétique sera *logique* et *intelligent.*

Les goûts, les désirs.

Avec l'intelligence et la logique l'*homme libre* n'aurait pas encore de *motifs déterminant* aucun acte !

Il faut qu'un *élément passionnel* intervienne !

Un désir, un goût, une raison de *changer* ou de conserver un *état d'âme* doit être le motif des mouvements musculaires.

L'élément *passionnel* d'un être libre n'est jamais un *élément logique !*

On peut croire sans exagération que toute cause passionnelle de mouvement est un *élément de folie.*

En effet, un homme, parfaitement *raisonnable* par opposition à *fou,* est un homme dont tous les actes sont *logiques.*

Or la logique seule ne fait faire aucun acte !

Le goût, le désir sont donc des causes de mouvement où la logique n'a rien à faire.

En principe donc et par définition, nous ne faisons pour *satisfaire nos goûts et nos désirs* que des *actes fous !*

Pourquoi les uns aiment-ils se promener sur les hautes montagnes ?

J'entends l'homme logique dire :

« Ils risquent leur vie, ils se fatiguent, ils sont « obligés d'entraîner avec eux d'autres gens qui ris-

« quent, comme eux, leur existence, ils font des frais « considérables et dépensent un argent bien mieux « employé pour leur famille ou pour les pauvres, s'ils « sont célibataires !

« Ah, les *fous !*

Les autres répondent :

« Nous des fous ! (ils lèvent les épaules !) Montez- « donc avec nous sur ces pics alpestres qui sont cou- « verts de neiges éternelles, blanches comme le lin- « ceul !

« Montez et vous jugerez après !

« Nous arrivons fatigués des soucis, des difficultés de « la vie matérielle, des ennuis, des luttes pour l'exis- « tence !

« Nous cherchons pour quelques jours, quelques « semaines si possible, le silence, le repos, l'oubli ! oh « oui, l'*oubli !* et nous voici partant le sac au dos ! avec « de braves guides qui nous suivent, le piolet et la « corde autour de la taille ! tous des braves !

« Il fait nuit encore, le ciel étoilé nous darde les « belles étoiles qui brillent à l'envi dans la vaste cou- « pole azur !

« Nous montons en silence ! personne ne parle ; nous « vivons d'une vie intense et inconnue des gens de la « plaine !

« Plus nous montons et plus le ciel noir devient « pâle rosé, de couleur lever de soleil !

« Nous traversons des crevasses, des arêtes, des « rochers, des précipices, que sais-je ? des gouffres ! « possible !

« Nous passons !

« Nous voici sur le sommet !

« L'horizon immense, plus grand que l'étendue, « déroule sous nos pieds son tapis immaculé !

« Nous dominons la plaine, les monts, les vallées, « les villages, les contrées !

« Notre œil embrasse un horizon sans borne, car « c'est une simple vapeur qui ferme à nos yeux le « ciel ; il se confond avec les contours indécis de la « terre !

« Vous dire ce que nous éprouvons sur ces sommets « merveilleux, magiques ! vous décrire le baume admi- « rable qui descend dans notre cœur ! c'est impossible !

« Là-haut, dans les régions des pics vertigineux, « au-dessus de toutes les misères de la vie humaine, « nous admirons à pleins poumons !

« Nous chantons en dedans, hymne recueillie et « pieuse, les poèmes de l'âme en face de la belle « Nature ! oubliant les ennuis, les corvées, les soucis « du monde, nous sommes seuls ; nous admirons, « nous planons et nous laissons tomber comme une « rosée bienfaisante dans nos cœurs les merveilleux « apaisements sur nos vies agitées !

« Cette esthétique des montagnes a une saveur in- « comparable, nous remplit de vie, de force, et vous « prétendez que nous sommes fous ! ah ! fous vous- « même de passer près de ces émotions, près de ces « remèdes si faciles et si simples qui nous tranquilli- « sent, nous réconfortent et nous rendent meilleurs ! »

Pour les gens de plaine, les hardis montagnards resteront incompris, ils ne comprennent pas les magiques suggestions des génies de la montagne.

Voyez Bernard Palissy brûlant son mobilier, ses chaises, sa table, son lit pour obtenir un plat: une merveille d'art, de goût, de délicatesse!

Ah le fou! dira le riche négociant d'en face qui le voit faire et ne connaît rien aux angoisses de l'artiste!

Livingstone s'enfonce dans l'Afrique.

Cet immense continent est fermé à la civilisation.

Les cartes tracent par des places blanches les régions inconnues qui en occupent tout le centre!

Où va-t-il?

Nouveau Christophe Colomb, il découvre des étendues que jamais aucun européen n'a foulées de son pied et il conquiert les sources du Nil!

« Oh le fou! disent les gens terre à terre.

Dans une famille riche le fils de famille s'est épris d'une jeune fille pauvre et de naissance obscure.

Les parents tâchent de lui faire épouser quelque héritière à grand nom et à belle fortune!

« Juge pourtant, mon enfant, cette jeune fille que « tu veux épouser ne t'apporte rien, ni argent, ni po- « sition, ni talent; tu peux choisir autour de nous dans « le meilleur monde; voyons, c'est fou ce que tu fais-là!» et la mère presse son fils avec la conviction qu'elle agit pour la bonne cause!

Si la mère voyait le bonheur vrai qu'illumine le souvenir du premier baiser échangé, des aveux sincères et tendres, la loyauté du oui, que se sont donné les jeunes gens, elle comprendrait leur désir de s'unir selon leur cœur!

Que fera-t-elle alors de ses plans d'avenir! dira-t-elle encore: folie!

Contentement passe richesse !

Voici un collectionneur de médailles qui rencontre chez un antiquaire une vieille monnaie du temps d'Auguste !

« Dieu qu'elle est rare ! combien en voulez-vous ? » et le prix monte, monte toujours !

Le collectionneur fait des offres de plus en plus séduisantes et enfin rapporte la précieuse pièce dans son médailler !

« Comment ! il a payé cette médaille six mille francs ! « c'est un fou !

Celui qui parle n'a jamais touché aux monnaies anciennes.

« Comment, vous aimez passer tout votre temps dans « un laboratoire qui vous sert de prison ! Vous restez « enfermé avec des cornues, des matras, des four- « neaux, des flacons ! Vous abîmez vos yeux, votre « santé... et après ?

« Quand vous avez travaillé vingt ans, trente ans, « vous dites à tout le monde que vous vous êtes tota- « lement trompé sur les théories enseignées, qu'elles « ne sont pas exactes et qu'après tous ces travaux la- « borieux vous êtes aussi loin du but qu'au départ !

Oh ! quel fou, vous êtes !

Voilà ce que l'on dit aux chimistes, aux physiciens lorsqu'on ne regarde que l'argent gagné par les spéculations de bourse !

Un avare plonge ses mains dans son or et compte, recompte son argent, il estime sa richesse et vit d'économies sordides !

C'est son bonheur ! folie pour les autres !

Le dépensier laisse glisser l'or dans ses doigts et n'en jouit que bien peu ! Il est large avec ses amis qui l'exploitent et souvent il meurt à l'hôpital.

C'est un fou !

Un homme a travaillé toute sa vie, s'est refusé toute joie, pour assurer l'existence matérielle nécessaire à ses vieux jours !

Il meurt à la veille de se retirer ! sans jouir d'aucun des avantages pour lesquels il a trimé près d'un demi siècle !

C'est un fou !

L'un aime Wagner passionnément.

Pour l'ancienne école c'est un fou !

Un autre musicien déteste la musique moderne et ne veut que Mozart et Haydn !

« C'est un simple ! disent les autres qui considèrent le camarade comme un retardé, un incomplet ! la folie douce ?

Un pauvre mécanicien dans la rade de Toulon, se trouve sur le vaisseau cuirassé dont les chaudières vont faire explosion par suite de l'incendie des soutes à charbon !

Il sait qu'il court à une mort certaine, sans rémission ! il connaît l'impossibilité où il va se placer lui-même de sortir de l'impasse qu'il crée sur ses pas !

Pour sauver ses camarades, des hommes qu'il connaît à peine, qui ne lui auraient peut-être pas avancé ou prêté la plus petite somme d'argent, il se jette sans hésiter dans la salle de chauffe, monte sur les chaudières, dévisse les soupapes et, se brûlant tout vif pour protéger l'équipage, meurt en brave, en héros !

C'est l'histoire d'un pauvre chauffeur !

Une modeste statue sur le quai de Toulon a perpétué ce pieux souvenir.

Ah ! devant des dévouements pareils, les calculateurs les plus terre à terre se découvrent ! Ils saluent le mort humble et modeste qui a offert volontairement sa vie pour empêcher un grand désastre !

Personne en apparence ne le blâme, personne ne le critique et pourtant au fond combien disent :

« C'est un fou !

Le feraient-ils eux-mêmes ? cet acte de dévouement sublime ! jamais ! ils en sont incapables.

Ils accordent volontiers au héros, la folie, ils se jugent eux-mêmes si *équilibrés !*

Tous, sans exception, montagnards, militaires, musiciens, voyageurs, artistes dans toutes les branches de l'esthétique, héros ! tous sont des fous ! tous agissent pour satisfaire aux inspirations puissantes de leurs goûts, de leurs désirs, et ceux-ci n'ont rien de logique dans leur essence, rien de raisonnable !

En analysant ainsi très consciencieusement les mobiles des actes d'un *être libre,* nous sommes contraints de partager ces *causes de mouvement* qui, elles, sont en biologie, les vraies *entités logiques,* en deux groupes bien distincts :

Les *goûts instinctifs,* qui sont de nature à faire exécuter spontanément à l'homme des mouvements dont le résultat sera la conservation physiologique de l'être animal.

Les goûts et les désirs qui sont purement de l'ordre *psychique, intellectuel, artistique.*

Toutes ces causes de mouvement proviennent exclusivement d'une sorte de polarisation de notre sensorium, lequel est sollicité *sans raison logique apparente* à entraîner tous les mouvements musculaires vers *une résultante* pressentie par la logique et la mémoire.

Cette résultante est un nouvel état, un nouveau contact de notre être avec le monde extérieur, situation qui, par avance, est estimée par le sensorium comme *meilleure, préférable* à la position ancienne.

On peut renverser la valeur absolue des adjectifs et remplacer le mot *meilleur* par *moins mauvais*.

En effet les mobiles des actes peuvent être aussi bien les *craintes* que les *désirs*.

Les ennuis, les chagrins, les appréhensions de toutes sortes qui accablent la pauvre humanité sont étalés devant le sensorium et la mémoire avec une hiérarchie dont les différents termes abondent.

Ils font un triste équilibre avec les bonheurs ; ceux-ci n'émaillent guère la vie de la plupart des habitants de la terre !

Beaucoup parlent de compensation, d'égalité entre les peines et les joies !

D'autres se récrient, regimbent accablés qu'ils sont par quelque grande épreuve.

Le bilan de nos bonheurs et de nos chagrins n'est pas une chose facile ; la statistique du cœur et des larmes comporte une comptabilité qui défie les plus subtils caissiers et ne saurait, par le solde, modifier en rien nos divers états d'âme qui rappellent, pour nos climats, les jours de soleil ou de pluie, le calme ou la tempête !

Mais revenons aux goûts, désirs, craintes, mobiles divers, source première de tous les actes libres de notre homme synthétique.

Les *instincts* qui portent l'homme à boire, à manger, à se garantir contre les intempéries du dehors rentrent passablement dans la catégorie des *potentiels fonctionnels*.

Nous pouvons les envisager comme le prolongement, par le système nerveux central, des conditions fonctionnelles des organes de la nutrition.

L'estomac réagit directement sur le cerveau, ainsi que le cœur, les intestins et la plupart des viscères les plus essentiels de la vie.

La respiration, qui n'est que partiellement sous la dépendance de notre volonté, nous donne un exemple frappant d'une cause de mouvement instinctive et irrésistible!

Le *désir de respirer* est une *force majeure,* c'est le type des *goûts inférieurs!*

Tant que nous restons à analyser cette catégorie de causes de mouvement chez l'homme libre, nous avons le sentiment qu'il est très difficile de séparer la possibilité d'existence matérielle de l'individu de ces *causes de mouvements nécessaires*.

En effet si l'homme n'avait pas *faim,* pourquoi mangerait-il? s'il ne souffrait pas de la faim pourquoi essayerait-il par *tous les moyens* de se procurer la nourriture?

Les scènes du radeau de la Méduse repassent devant les yeux du lecteur songeant à toutes les conditions effrayantes qui se dressent quelquefois dans les drames de la mer.

La soif et la faim sont donc des *entités logiques* de mouvements chez l'homme libre mais de mouvements qui deviennent de plus en plus nécessaires et obligatoires au fur et à mesure que ces deux *désirs* se transforment en *souffrance*.

Ici encore nous voyons que la *peur de la douleur*, ou d'une *douleur pire* est un stimulant plus actif que les perspectives de bonheur et de jouissances.

Depuis que le monde a vu naître les premiers poètes, les premiers artistes, ils ont tous préféré faire palpiter les lecteurs et les spectateurs par les descriptions de poignantes douleurs, de passions malheureuses que par les riants tableaux d'un paradis perpétuel !

Ainsi les *goûts*, les *désirs instinctifs*, répondant par leur satisfaction à la conservation directe de l'être physiologique, ont une raison d'être, si l'on admet les *causes finales*, mais le principe de *liberté* ne peut être théoriquement admis dans les mouvements qui en résultent que lorsque les intensités des appels au mouvement sont relativement *très faibles*.

Passé une certaine souffrance le mouvement s'impose et la liberté de notre être synthétique, créé libre par principe ne saurait plus exister.

L'homme libre, le plongeur, peut retenir sa respiration une demi-minute, peut-être cinquante secondes quand il va pêcher les perles !

Sa liberté existe dans les mêmes limites.

Nous reparlerons de cette question en exposant le *mécanisme de la liberté*.

Passons aux goûts, aux désirs, constituant les satisfactions purement intellectuelles et artistiques.

Ce sont ces entités logiques qui constituent essentiellement tous les rapports de la société humaine par les mouvements volontaires qui en résultent.

Pour définir ici l'emploi du mot : *folie,* que nous avons adopté comme qualificatif de toute entité logique, cause d'un mouvement volontaire en dehors du *potentiel fonctionnel,* nous dirons de suite que c'est par la **statistique** uniquement que l'on a droit de supprimer ou de légitimer l'emploi de ce substantif.

Pour dire d'un goût, d'un désir, qu'il est *normal, naturel, convenu, accepté,* il faut qu'une foule d'hommes affirment qu'ils ressentent ces mêmes tendances à accomplir les mêmes actes pour satisfaire les mêmes désirs intérieurs de leur âme !

Si une *seule personne* présente une forme de *désirs,* de *goûts spéciaux,* peu semblables à ceux qu'éprouvent les habitants d'une même contrée, on dira de suite d'elle : C'est un *maniaque,* un *excentrique,* un *fou !*

Cette partie de notre étude peut offusquer au début le lecteur superficiel ; mais en y réfléchissant on verra qu'au fond de tout ce qui a trait à la satisfaction de nos désirs, cause des mouvements volontaires, il y a un fond de « *passion* » qui ne relève ni de la raison, ni des causes finales de conservation de l'individu, ni de la crainte des malheurs immédiats menaçant la sécurité physique de l'être libre.

La meilleure manière de démontrer cette thèse, que nous croyons des plus importantes à développer ici, consiste à créer notre *homme libre synthétique* dans une île déserte :

Faisons-en un *Robinson Crusoé* dans une île aban-

donnée, mais dotons-le de tous les appétits, de tous les goûts et désirs possibles, soit matériels, soit intellectuels !

Admettons qu'il soit un *artiste,* un *ingénieur,* un *poète,* même dans ses moments perdus !

Que dirons-nous du costume qu'il porte ?

Il peut cheminer dans son île, dès le matin, si le climat le permet, comme Adam, s'affubler au contraire de tous les costumes les plus étranges que les défroques prises au vaisseau naufragé mettent à sa disposition ; qui dira qu'il est bizarre ? qui pourra juger de sa mise ?

Il fait ce qu'il veut, *parce qu'il le veut,* et sa volonté fait loi !

Dans ces conditions bien précises, cet homme libre, avec ses goûts, pourra s'y adonner totalement, sans aucune réserve et *seul,* il portera un jugement inattaquable sur ses actes et ses causes !

Il peut s'adonner aux beaux-arts, faire des tableaux, des statues, des vers ; il peut admirer la belle nature partout où ses pérégrinations conduiront ses pas.

Il n'entendra que sa propre conscience émettant des jugements précis et discutera seul les actes qu'il commet.

En somme il se jugera lui-même, tout seul et *sera toujours de son avis !* par nécessité !

Disons tout de suite qu'il peut se *blâmer* et se *louer ;* qu'il peut s'observer lui-même de l'*au-dedans,* et distinguer les causes de ses actes, les apprécier plus ou moins sévèrement grâce à sa conscience comme il le ferait à l'égard d'une autre personne.

Ainsi, seul dans son île, l'homme libre synthétique ne se juge que guidé par l'*esthétique,* pour telle qu'elle est inscrite dans son cœur et dans son esprit.

Tous les jugements qu'il rend, sans exception aucune, sont l'expression de son *état d'âme,* ils représentent le reflet exact de sa nature psychique, constituée ainsi de *naissance.*

Si cet insulaire fait de la science, ses erreurs seront redressées par le jeu pur et simple de l'emploi rationnel de la méthode scientifique.

Dans ce cas ses croyances premières seront la *folie scientifique* ou l'*erreur* et il cheminera par une marche progressive et lente vers la *vérité.*

L'*esthétique de la logique* sera le stimulant actif de son labeur, *la soif de la vérité et de la connaissance.*

Si cet homme fait dé la peinture, il débutera probablement par des tableaux informes.

L'*esthétique des couleurs,* la vérité du dessin lui serviront de maître.

S'il fait de la musique, là encore ainsi que pour la poésie ou la littérature, ce sont ses *instincts du beau* personnels qui le guideront.

Son langage sera sa conversation avec lui-même, ou la constatation permanente, pendant son état de veille de ce dualisme caractérisant tout individu conscient de son existence.

On voit donc bien que cet homme, seul dans l'île, n'ayant *aucun contrôle* (en dehors des lois de la nature, qui lui redressent par la vérification expérimentale les erreurs commises en science), peut être aussi étranger que possible aux conventions sociales actuelles du

monde, tel qu'il est fait, sans que les mots : *folie, stupidité, naïveté, bizarrerie,* puissent être valablement prononcés.

Par contre introduisons sur cette terre déserte des hommes formant progressivement une population et immédiatement ce sont les *goûts,* les *désirs* de la *majorité* qui vont faire la loi.

Cette loi sera équitable dans tous les domaines de l'*esthétique,* sans exception, sauf dans l'esthétique de la logique et l'étude de la Nature.

En effet pour la *soif de la connaissance* qui en est l'expression vraie, le contrôle ne provient que de l'examen direct de la matière en mouvement, ou de l'observation des phénomènes, lesquels n'appartiennent pas à l'*opinion du monde.*

Dans ce domaine, le contrôle par voie de témoignage n'est obligatoire pour le savant et le chercheur, que pour donner les lettres de naturalisation dans les connaissances humaines à ces vérités trouvées par les individus isolés[1].

En peinture par exemple, ce n'est que de l'appréciation de la *masse* des connaisseurs ou de ceux qui s'adonnent ou aiment la peinture que peut se dégager un jugement classant les diverses *écoles d'art !*

A ce moment, le *génie* de notre insulaire pourra recevoir les critiques les plus fantaisistes, elles seront toutes justifiées par la voix du grand nombre :

« *Vox populi vox dei !* » disaient les anciens.

[1] Lire à ce sujet le mémoire de M. le prof. Ernest Naville : La valeur du témoignage.

Pour la musique, nous assisterons sur notre globe à l'apparition de ces *oreilles orientales* qui coupent la gamme en une foule d'intervalles inconnus aux Européens.

Qui a raison ?

La *folie* dans l'art est partout, ou nulle part !

Elle exprime un *écart* entre la façon de *voir* et d'*apprécier* d'une personne par rapport à l'opinion reçue sur la même question par l'ensemble de la population du pays habité.

Ainsi la *folie* se traduit toujours par des actions ou des *jugements portés* par le *malade,* en opposition trop forte avec les actes ou les manières de sentir de ceux qui l'entourent.

La *folie* en science peut par contre être l'opinion du grand nombre contre un *seul individu,* si les lois vérificatrices expérimentales lui donnent *matériellement raison !*

Ah Galilée ! ce génie incompris, qui seul, devant le tribunal de l'erreur, de l'esclavage intellectuel, a proclamé cette vérité qu'il contemplait au travers des ténèbres de son temps !

Dans tous les autres domaines de la pensée, et dans les beaux-arts, nous sommes tous logiquement soumis au verdict du *plus grand nombre.*

Ce verdict change, se modifie et rend quelquefois des arrêts en opposition fondamentale avec ses premiers jugements.

La justice humaine, dans tous les domaines, a de ces brusques revirements qui sont une démonstration éclatante du sol mouvant sur lequel on marche dès

qu'on quitte le terrain, le roc, de la méthode scientifique.

Que d'artistes morts inconnus et misérables et qui n'ont connu la gloire, la fortune même que pour leurs descendants !

Les joies immenses et profondes qui illuminent l'âme du poète, de l'artiste, comme la pensée du chercheur au fond de son laboratoire, ont des douceurs, des éclats qu'aucune description ne saurait rendre !

Pas d'église, ni de palais, ni de réunion mondaine quelque somptueuse soit-elle, qui puisse donner à l'âme humaine un refuge plus lumineux, plus harmonieux, plus riche en jouissances nobles, affinées, subtiles, que l'incubation géniale de l'artiste en travail !

Sa pensée tournée vers l'idéal, fait jaillir du néant la composition rêvée qui naît sous son effort; cette paternité l'ennoblit du pouvoir divin !

Puis vient l'*exécution,* et c'est alors que le rêve, le rêve doré, splendide, qui a illuminé son âme, refuse de se fixer sur la toile, dans le marbre ou le vers, et fait souffrir l'artiste, jamais satisfait de son œuvre ! la cherchant et la recommençant sans cesse !

L'appréciation de l'œuvre d'art par le public et le *dictionnaire,* n'a rien à voir sur le fond même de l'inspiration.

Dans toutes les habitudes sociales, nous rencontrerons les mêmes séries de faits successifs : c'est le goût, le désir du grand nombre qui dictent les *modes.*

Modes dans l'art, modes en musique, en littérature et en toilettes, partout la *mode.*

La *folie* commence où la *mode* finit !

La folie a tous les degrés !

Une dame se présente à dix heures du matin dans le cabinet du notaire où la famille est réunie pour un contrat de mariage.

Elle entre en grand décolleté avec tous ses bijoux !

. . . . . .

Le notaire se penche vers son voisin et le touchant du coude :

« Elle est folle ! ! »

Le père de la mariée à sa femme :

« Dis-moi, mais la tante a perdu la tête ! »

Tous les messieurs retiennent de petits rires étouffés et les dames usent de leurs mouchoirs, gants, etc., pour masquer le plus possible la gêne atroce dans laquelle elles sont toutes !

D'un seul coup tout le monde se dit en dedans !

Voilà une recrue pour la maison d'aliénés !

Il faudra surveiller, faire attention.

Décidément elle est toquée !

Tout à coup cette dame s'avance avec beaucoup de dignité et de grâce vers sa nièce, la fiancée, et lui dit :

« Ma chère nièce vous avez dit l'autre jour à une « amie commune que selon vous, je ferais bien mieux « de vous donner les bijoux que je possède, que je ne « mets plus du reste, pendant que vous êtes jeune et « jolie et que vous allez dans le monde, au lieu « d'attendre ma mort pour vous les laisser par testa- « ment; j'ai réfléchi et je vous les apporte dans votre « corbeille, les voici.

« J'ai préféré les détacher moi-même de mon cou,

« de mes mains, de mes oreilles où ils sont pour la der-
« nière fois, afin d'y fixer avec tous mes vœux de bon-
« heur un souvenir plus tendre à votre adresse.

« Sortis d'une chambre de deuil ils eussent eu pour
« vous moins d'éclat, mais présentés ainsi le sourire
« aux lèvres, ils vous rendront plus jolie et plus gaie ! »

Puis se tournant vers le notaire :

« Comment notaire, vous osez me croire toquée !
« ainsi que vous tous ! Mais hier soir, pas plus tard que
« hier soir, que dis-je, ce matin, car nous sommes
« sortis à trois heures de la nuit, vous étiez tous là,
« messieurs, et vous mesdames comme moi décolletées,
« oui, tous les mêmes, comme nous sommes ici, et
« j'avais la même robe ! »

Voilà la mode !

Une femme est toquée ou raisonnable suivant l'heure à laquelle elle porte une toilette.

Eh bien, toilette d'opinions, c'est la même chose.

Donc nous revenons à notre thèse :

Tout ce qui n'est pas le résultat d'un syllogisme et ne peut pas se vérifier expérimentalement, constitue le domaine des goûts, des désirs lorsque l'homme le convoite.

Nous sommes forcés par conséquent d'accorder à l'*homme libre synthétique,* que nous construisons de toutes pièces, des *goûts,* des *désirs* qui auront le caractère de la spontanéité au moment de la création de cet homme.

Ces goûts, ces désirs, ne sont ni logiques, ni expliquables dans leur origine, ni dans leur modalité.

Ils expliquent la cause des *mouvements passionnels* de cet homme, voilà tout.

Le bien et le mal.

Nous avons exposé tous les motifs de mouvements musculaires volontaires de l'*homme libre,* soit les entités logiques qui sont, ou bien le prolongement dans la vie sociale des potentiels fonctionnels des organes de la nutrition et de la conservation de l'individu, ou bien l'expression des *désirs passionnels esthétiques,* source des joies sensuelles et artistiques.

Il nous faut ajouter un *fait général de conscience* qui est trop répandu dans l'humanité pour que nous n'en dotions pas aussi notre *créature libre,* c'est le sentiment intense du *bien* et du *mal.*

Comment définir cette boussole morale, déposée au fond de l'âme de chacun ; aiguille qui se tourne dans le cadran de nos actes, et attirée mystérieusement vers le pôle du bien, repoussée par le mal, nous donne des indications si originales, si importantes, si graves dans notre conduite et la vie de chaque jour !

Notre *conscience,* dans le sens restreint du mot, est le facteur qui intervient comme un juge !

Il nous dit : « *C'est bien,* tu as bien fait de faire, de dire cela, » ou au contraire, il nous blâme !

« Ça, c'est mal, il ne faut pas le faire, tu as eu tort !

et la voix vient on ne sait d'où ? elle parle, parle encore, nous suit dans la vie, partout, partout !

C'est un fait d'observation générale en psychologie et qui n'est mis en doute par personne.

Nous pouvons sans aucune réserve appeler la conscience du bien et du mal : l'*esthétique morale !*

Elle n'est point un code à *articles précis, ne varietur,* comme la Somme, le livret d'arithmétique, ou la grammaire française !

Dans un pays de l'Amérique du Sud il est très bien vu de réunir la famille lorsque les parents sont devenus vieux et vont entrer dans l'infirmité.

Là, après les avoir embrassés une dernière fois, on laisse couler les larmes, on danse autour d'eux et les enfants mettent à mort leurs parents en leur tranchant la tête, pour leur épargner les maux cruels de l'extrême vieillesse !

Horreur dira-t-on ?

Crime, monstruosité, épouvantable parricide !

Tout cela sont des mots !

La conscience domine le fait !

Qu'on se le dise : un *fait en lui-même,* quel qu'il soit, n'a jamais par lui seul un caractère *moral.*

Ce ne sont que les sentiments qui accompagnent l'acte, qui le rendent odieux ou admirable !

Un père tuant son fils peut être l'expression du sublime dévouement !

Une femme qui tombe est quelquefois plus pieuse par son dévouement, qu'une vertu austère, froide, égoïste et sans cœur !

Qui peut, qui ose juger ?

Nous avons le *phare* dans le cœur, dans l'âme ; chacun a le sien, plus ou moins lumineux, ou obscurci par les retours vers la vie animale, bestiale !

Lorsque dans un atelier de peinture un Maître de l'art groupe autour de lui des artistes élèves, nous voyons l'émulation intervenir, chacun des assistants cherchant à réussir le mieux possible !

Quelle joie lorsqu'un coup de crayon heureux a fixé sur la feuille le contour cherché ; quelle déception lorsque l'effort continu n'aboutit pas à donner la ressemblance convoitée !

Au bout de quelques mois, les élèves se connaissent, se fréquentent et s'estiment les uns les autres par suite du commerce naturel qui s'établit entre eux !

Voyez ce qui se passe !

Un de ces élèves a du talent, du génie même, c'est lui qui arrive le mieux à rendre sur sa toile les contours du modèle, le modelé des formes si délicates de l'académie ! Il est l'élève qui s'impose, qui progresse, qui arrive !

Quelle considération spontanée l'entoure peu à peu, sorte d'auréole, qui limbe sa personnalité naissante !

Chacun l'admire, le met involontairement à la première place, l'écoute, lui demande son avis, des conseils même !

C'est la *morale dans l'art !*

Dans la vie c'est la même chose !

Ceux qui se laissent le mieux diriger par les principes directeurs de cette boussole morale deviennent progressivement les *meilleurs,* les hommes *de bien.*

Ils écoutent la voix et les préceptes de l'*esthétique du bien.*

On les aime et on les salue avec une considération justement méritée !

Mais les hypocrites, les chercheurs de considération à tout prix, les fausses façades d'hommes de bien !

Quelle honte pour l'humanité !

Le mot le plus exact dans cet ordre de faits a été dit par quelque prédicateur célèbre :

« L'hypocrisie est l'hommage rendu par le vice à la vertu ! »

Nous avons donc un *principe directeur* dans le choix des mouvements musculaires libres et ce choix peut être conduit par des motifs qui ne répondent pas à la modalité de nos *cinq sens* mais à un enchaînement de conceptions idéales qui constituent le *domaine moral.*

Notre homme libre synthétique sera un *homme moral,* il entendra la voix de la *conscience.*

CHAPITRE XXIII

LE MÉCANISME DE LA LIBERTÉ. LA VRAIE DÉFINITION EN PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

Nous sommes arrivés maintenant à l'homme synthétique qui va faire preuve de *liberté,* par des *actes libres* qui provoqueront des mouvements visibles, observables dans le monde extérieur qui l'entoure.

Ce n'est en effet que par les constatations de mouvements produits par ses muscles, que nous aurons le droit d'intervenir pour juger les conséquences de ses actes.

Rappelons les attributs successifs que l'analyse très sérieuse, faite dans les pages précédentes, nous a *obligé, forcé* par des arguments péremptoires d'accorder à l'être libre que nous construisons méthodiquement, doué d'un *principe de liberté.*

1° Cet être a conscience de son existence.

2° Cet être est doué d'un *sensorium* où son âme est appelée à rencontrer le *monde matériel.*

3° Cet être a les muscles sous sa dépendance par les ordres qu'il leur donne du sensorium, comme du centre d'un réseau télégraphique.

4° Cet être a les *cinq sens* avec leur modalité caractéristique.

5° Il possède la *mémoire.*

6° Il peut diriger sa pensée par l'*attention* dans tout le domaine de la mémoire.

7° Cet être est une âme *intelligente,* logique.

8° Cet être a des goûts, des désirs instinctifs dictés par les nécessités physiologiques de son corps, c'est l'*instinct de conservation* généralisé.

9° L'homme libre synthétique a des goûts et des désirs *passionnels,* dirigés par l'esthétique de la logique, de la connaissance de la Nature, de la peinture, de la musique, de l'art sous toutes ses formes et manifestations.

10° Il est également doué du *sens moral,* de la connaissance intérieure spontanée de l'*esthétique du bien, du beau, dans les actions sociales.*

Construit de toutes pièces ainsi par nous, nous le lançons dans le monde !

« Te voilà libre, ô notre créature, je te place dans n'importe quelles conditions de la vie où nous nous trouvons nous-mêmes ! »

Semblable à un bâtiment qui quitte son chantier, nous coupons la dernière amarre !

L'immense vaisseau commence sa descente vers l'océan ; il glisse sur son berceau majestueusement, emportant avec lui l'espérance des matelots qui saluent cette vie nouvelle, s'ouvrant pour eux pleine de promesses et de dangers.

Le voilà dans les vagues, toutes voiles dehors, battant le pavillon de liberté au haut du mât !

Le capitaine libre est au banc de quart !

Avec cette liberté, capitaine, tu deviens le maître de la route à suivre, le chef de ton personnel.

Ton existence, ta dignité, tes talents, ton travail sont dans ta destinée et entre tes mains !

Tu es libre !

Quel usage vas-tu faire de cette *liberté* qui constitue ta principale cargaison !

Ta responsabilité est entièrement engagée dans l'emploi plus ou moins intelligent, sage, que tu sauras faire des moyens matériels mis à ta disposition !

Comme cette comparaison est absolument exacte et justifiée, je vais la poursuivre pour faire voir dans ses moindres détails le fonctionnement précis du mécanisme de la liberté dont dispose le capitaine.

Et d'abord le but du voyage !

« Où allez-vous ? —

« Nous faisons escale dans un port de l'Afrique, puis « de là nous allons aux Indes, en Chine, au Japon. —

« Ensuite ? —

« Ensuite nous rentrons dans l'Océan Atlantique. —

« Et après ? —

« Nous recommençons ! —

« Toujours, toujours en route, en voyage ? —

« Ah ! voilà, il y a le grand naufrage !

« On nous raconte à nous autres marins, qu'il ar- « rive à tous les bateaux, aux uns au sortir du port, « à d'autres après bien des années de luttes et de « tempêtes, qu'il arrive, dis-je, un coup de vent ter-

« rible, une trombe, un cyclone qui brise et fracasse « le bâtiment lequel se noie et se perd corps et bien !

« D'autres fois une voie d'eau lente se fait jour dans « les flancs du navire !

« On se met aux pompes, mais l'eau entre, entre et « rend la lutte inutile, bientôt elle gagne les cabines, « les salons, le pont et tout le bateau submergé, des- « cend lentement d'une seule pièce avec toutes ses voi- « les au fond des abîmes ! —

« Et c'est pour un semblable voyage qui aboutit fa- « talement à la ruine, à un désastre, que vous partez si « joyeusement aujourd'hui ?

« Certainement, venez à mon bord et vous sentirez « la joie du travail, l'attrait de l'inconnu que l'on dé- « couvre pas à pas, vous verrez les merveilleuses « splendeurs des teintes de l'Orient, la poésie du soleil « de minuit !

« Vous étudierez avec nous les mœurs des pays nou- « veaux, les langues, l'histoire de l'humanité sur tous « les points de la terre ! Vous contemplerez les témoi- « gnages imposants de la grandeur de l'homme, de « son art, puis aussi de sa décadence et de sa ruine « consommées souvent après des siècles de gloire et de « puissance !

« Venez avec nous, vous vivrez, vous donnerez libre « carrière aux plus nobles instincts de votre intelligence « et de votre cœur. »

Montons donc à bord du vaisseau et suivons sa fortune.

Spectateur attentif de tout ce qui va se passer, observons, car nous avons devant nous au banc de quart,

l'*homme libre* que vous avez *créé libre,* et doté de tous les attributs caractérisant l'homme sain de corps et d'esprit.

« Mais capitaine, dites-moi donc, puisque vous êtes « libre, pourquoi suivez-vous cette route, plutôt que « celle qui nous conduit vers ces beaux jardins ?

« En allant en pleine mer ainsi, nous nous éloignons « de ces ravissantes contrées qui étalent devant nos « yeux éblouis leur paradis terrestre ? —

« C'est vrai, mais le but du voyage ! vous oubliez !

« Vous savez, nous cinglons sur l'Afrique.

« C'est le programme que nous avons librement ac- « cepté et auquel nous nous tiendrons, sauf raison ma- « jeure.

« Pour être libre d'aller où je veux, je n'en suis pas « moins forcé de suivre *une direction,* cette direction « a été choisie en connaissance de cause ! —

« Vous ne considérez pas que cette décision prise, « soit en dérogation de votre liberté ? En suivant la « route que nous traçons par le sillage du navire vous « conservez bien la plénitude de votre liberté ? —

« Je le crois bien, c'est même là une démonstration « directe, tangible de *ma liberté,* car il me suffirait de « faire un geste, de donner un ordre et de suite tout « le bâtiment mettrait le cap sur mon nouvel itiné- « raire ! »

Et continuant : « Je vois que vous venez de ce pays « de nuages où l'homme se forge des chimères, se crée « des souffrances imaginaires, se persuade qu'il est « malade, sans force, sans appétit, sans liberté, tout « cela au nom d'arguments stupides, vrais sophismes

« destinés à écœurer l'individu, à lui faire perdre tout « désir de vivre, parce qu'il flétrit par avance toutes « les fleurs de l'existence !

« Dans cette école de décadence morale on habitue « l'âme à douter d'elle-même, à dégénérer ; c'est un « long suicide par étapes successives qui commence « par le doute, arrive à la négation de tout ce qui est « généreux, de tout ce qui fait battre le cœur et se « termine par une mort anticipée, mort qui ne tue « plus qu'un cadavre !

« Dès qu'un homme agit, dès qu'il passe aux actes, « vous dites, tout fiers de votre logique : Vous voyez « bien qu'il n'est pas libre puisqu'il a été forcé, con- « traint par les circonstances d'aller ici ou là, de don- « ner ou de prendre telle chose, etc., *c'était écrit,* c'est « la fatalité, obligatoire, inéluctable !

« Devant chaque acte vous niez la liberté !

« Quel raisonnement !

« Allons, asseyez-vous là devant ce splendide spec- « tacle du coucher du soleil dans l'océan et nous allons « profiter de l'acalmie que nous donne le beau temps « pour causer.

« Je vous exposerai nos théories, à nous, *gens d'ac-* « *tion,* nés dans un pays de liberté, où la liberté est « considérée dans tous les domaines comme la base « essentielle de notre existence ! »

Tous deux contemplant l'horizon qui s'illumine des teintes de pourpre et de feu, nous abordons ce grand problème avec tout le sérieux et le recueillement qu'il comporte :

« Voyez, la *liberté* n'est qu'un mot ; ce sont sept

« lettres prononcées en trois syllabes et formant un « substantif de la catégorie des corps qui n'ont pas « d'inertie !

« Jamais vous ne rencontrez la *liberté* par votre sys- « tème musculaire.

« Ce n'est pas de la matière, ni un fluide, ni une *en- « tité réelle* quelconque.

« La liberté provient d'un *ensemble de faits,* qui « nous donnent *comme résultante,* la notion psychi- « que de la *liberté vraie.*

« La liberté, demande avant tout à être *correctement « définie* et à ne pas rester avec un sens vague, indé- « cis !

« Voici comment nous la comprenons à bord !

« Le capitaine ne doit être, ni un capricieux, ni un « fainéant, ni un homme sans instruction !

« Le capitaine est un homme honnête, courageux, « instruit et désireux de mener à bien son équipage et « son bateau au but du voyage.

« Si le chef n'a pas ces qualités, ne parlez pas de li- « berté, elle est un non sens !

« Le caprice, variable à chaque instant, serait-il « plus l'expression de la liberté qu'un plan mûrement « médité et scrupuleusement suivi ?

« En aucune façon !

« Donc le capitaine a un but ; il le poursuivra et « cela *volontiers,* avec un désir net d'accomplir sa mis- « sion.

« Voici maintenant l'orage ; une tempête se déchaîne « sur l'océan et menace l'existence du navire.

« Que fera le chef ?

« Il se consulte.

« Si je fais cette manœuvre, je rentre dans le vent « et j'ai moins de lames, mais je perds de ma vitesse, « le gouvernail deviendra paresseux et près d'ici j'ai « les écueils à redouter.

« Si je cours devant la tempête, je perds ma route, « je recule, et de combien, l'époque de notre arrivée ?

« Je puis jeter l'ancre et attendre !

« Mais aurai-je le fond ?

« Les chaînes tiendront-elles devant la rafale !

« Le capitaine anxieux estime par avance les consé- « quences de chacune de ces manœuvres que son équi- « page attentif exécutera avec la précision méthodique « bien connue !

« Mais laquelle commander ?

« Utilisant sa *mémoire,* et par là l'immense expé- « rience de ses longs voyages, dirigé par le souci de « sauvegarder la vie de ses hommes, faisant appel à « toute son intelligence qui lui permet d'escompter la « meilleure chance de salut, le capitaine du haut de la « passerelle représente à cette heure grave et terrible, « *l'être libre de choisir la décision qui s'offre à lui !*

« Il a la parfaite conscience de pouvoir faire exécuter « immédiatement telle ou telle manœuvre !

« Il les a toutes là, devant lui, présentes, claires « avec toutes leurs conséquences, bonnes et mauvaises !

« Il veut éviter la manœuvre fatale !

« C'est là l'expression nette de **sa liberté !**

« Si le capitaine n'est pas certain de pouvoir, selon « ses ordres, modifier la marche du navire, sa liberté « *disparaît instantanément !*

« La liberté du capitaine ne consiste donc que dans « le *sentiment intérieur, profond, intense, qui ne tire « sa démonstration d'existence que du sentiment lui-« même,* DE POUVOIR FAIRE OU NE PAS FAIRE TEL MOU-« VEMENT !

« Voilà la vraie, la seule définition logique de la « liberté !

« Lorsque le capitaine crie à voix haute :

« Larguez la grande voile, baissez les huniers, pointe « au vent ! il abdique sa *liberté* au profit de la *volonté !*

« Il passe de la *méditation* à l'*acte !*

« Les hommes de l'équipage s'emparent des cor-« dages, exécutent la manœuvre commandée et tout « le branle-bas de tempête s'exécute comme il a été « dit !

« Ne voyons plus la liberté dans l'acte qui vient de « s'accomplir.

« *La liberté est l'état d'âme d'un homme qui médite « sur une détermination à prendre et sur le meilleur « choix qu'il doit faire.*

« Donc la liberté n'existe par principe que si au « moins *deux manœuvres* sont possibles !

« La liberté élargit son champ d'activité si il y a « trois manœuvres à opérer, et elle croît constamment « au fur et à mesure que le nombre des *possibilités « dont on a conscience augmentent !*

« Le caractère essentiel de la liberté, sans lequel ce « mot est vide de tout sens, c'est que l'*homme libre « doit avoir la pleine certitude de la fidèle obéis-« sance des subordonnés aux divers ordres qu'il pourra « donner !

« Ainsi le capitaine doit *être sûr* que s'il commande « à son bras d'indiquer la droite au pilote, ce bras se « *lèvera* et ne restera pas immobile, paralysé !

« Ensuite le pilote est forcé d'obéir.

« Pour tous les gens d'action comme nous, ajoute « le capitaine, avec des gestes éloquents, cette convic- « tion fait notre force et notre valeur !

« L'astronome ne discute pas de l'existence de l'astre « qu'il voit dans son télescope, et pourtant il n'en « reçoit que des rayons pâles et scintillants ! pour « nous, nous vivons notre *liberté,* nous savons avec « toute la puissance de la réalité, qu'un ordre à nos « muscles est un ordre qui s'exécutera *bon* ou *mauvais,* « et que les gens du bord, nos fidèles matelots, sé- « vèrement soumis à la discipline inflexible, agiront « de suite selon nos indications !

« Pas possible de fuir devant les responsabilités et « tenez, ajoute cet homme à physionomie ouverte et « franche, nous y tenons à cette *responsabilité ;* c'est « elle qui nous donne nos vrais galons, qui amène le « respect, l'affection de nos matelots pour leurs supé- « rieurs !

« Lorsqu'après une tempête, un cyclone, on se re- « trouve dans les eaux calmées, à l'abri du danger, ils « saluent leur capitaine avec orgueil même ! c'est un « brave, disent-ils, et instruit, et calme, et expéri- « menté !

« Ce n'est pas de l'orgueil alors qui gonfle nos poi- « trines, c'est la conscience d'avoir fait un bon usage « de notre liberté.

« Ah ! la liberté ; cette ferme, inébranlable *convic-*

« *tion,* vécue à chaque heure de la veille lucide, de la « vraie vie de l'homme intelligent, c'est elle qui nous « met au-dessus de la *brute,* au-dessus de l'animal « vulgaire !

« C'est par elle que s'ouvre devant nous tout le « monde moral, c'est elle qui nous permet de parler de « dévouement, de tendresse, d'affection ! c'est elle qui « nous fait mépriser un lâche, frapper un méchant, « stigmatiser le vice !

« Vous me demandez de vous décrire encore avec « plus de détails, nos manières de comprendre la « liberté, dans le pays où elle est admise comme la « pierre d'angle de l'édifice social ! C'est avec joie que « je vais vous satisfaire.

« La *liberté* est pour chacun de nous une faculté « éminemment *variable* et *incomplète !*

« Elle est exactement proportionnelle au nombre de « *mouvements possibles* par l'individu considéré et « dont on parle, en l'analysant !

« Si cet homme est chargé de chaînes rivées à ses « membres et fixées aux anneaux d'une cellule ! sa « liberté de mouvements étant annulée, elle ne subsiste « que dans le domaine des pensées !

« Ce prisonnier de guerre, qui s'est bravement dé- « fendu contre les envahisseurs de sa patrie, ne peut « plus faire un mouvement, il est ligotté dans sa pri- « son ; mais seul, au fond de sa captivité, ses souve- « nirs le suivent, il les ramène sans cesse et repasse « un à un les épisodes de sa vie !

« Sa liberté ne s'exerce que dans le domaine intellec- « tuel où les tenailles des hommes ne peuvent le saisir !

« Dans son noir cachot, il revoit sa maison, son « foyer ; il évoque tantôt l'image chère de la femme « adorée, celle de ses enfants ; il revit la bataille dans « laquelle il a succombé ou au contraire se rappelle « quelque brillant fait d'armes où la victoire lui resta.

« Il peut porter son attention dans la direction qui « lui plaît ; son choix *limite,* mais *affirme* encore la « liberté qu'il possède et qu'on ne saurait lui ravir !

« Victor Hugo l'a dit en parlant du captif de Saint-« Hélène :

> Deux choses lui restaient dans sa cage inféconde :
> Le portrait d'un enfant et la carte du monde,
> Tout son génie et tout son cœur !

« Cette liberté est *toute intérieure,* personne au-« dehors ne la voit :

> Ah ! ce que son œil cherchait dans le passé profond,
> Tandis que les geôliers, sentinelles placées
> Pour guetter nuit et jour le vol de ses pensées,
> Regardaient passer les ombres sur son front.
> . . . . . .
> . . . . . .
> Non, ce qui l'occupait, c'est l'ombre blonde et rose
> D'un bel enfant qui dort la bouche demi-close,
> Gracieux comme l'orient ;
> Tandis que sa nourrice enchantée,
> D'une goutte de lait au bout du sein restée,
> Agace sa lèvre en riant !
> Le père alors posait ses coudes sur sa chaise,
> Son cœur plein de sanglots se dégonflait à l'aise,
> Il pleurait d'amour éperdu.
> . . . . . .
> . . . . . .

« La liberté de penser s'augmente de la liberté « d'action, dès qu'on vient à rompre le moindre lien « qui retient un membre du captif !

« Le mouvement est possible, l'homme peut le faire « ou ne pas le faire, voilà le choix !

« On croit qu'il dort ! l'assassin armé qui vient de « pénétrer la nuit dans sa chambre ne le tuera donc « pas s'il a pénétré nuitamment pour voler !

« Dans ce cas, l'absence de tout mouvement *est « voulu* et se transforme *malgré l'immobilité* en un « acte positif *de liberté consciente.*

« En restant parfaitement immobile, alors qu'il « aurait pu bouger, l'homme libre a utilisé d'une façon « normale le choix qui se présentait à lui.

« En rendant successivement tous les mouvements « à l'homme primitivement lié, nous augmentons de « la même façon la *surface* de son rayon d'activité « disponible.

« *La conscience exacte du secteur disponible dans « lequel il peut se mouvoir à coup sûr, constitue pour « tout homme la mesure parfaite de la liberté dont il « dispose.*

« C'est la seule définition logique et compréhen- « sible de ce mot !

« Notre mémoire, et les milliers d'expériences faites « chaque jour, donnent à l'exécution par nos muscles « des mouvements ordonnés dans le périmètre du « secteur disponible UNE CERTITUDE QUI DÉPASSE TOUTES « LES VÉRITÉS DE L'ORDRE MATÉRIEL.

« Ainsi, l'homme riche peut, bien plus que le « pauvre, aller où il veut, quand il veut !

« Sa liberté est plus grande.

« L'homme fort est plus libre que le rachitique !

« En somme la liberté est une force, c'est le *poten-*

« *tiel intellectuel, moral, esthétique* d'un être pensant « qui a conscience de son potentiel, et qui choisit, par « des motifs logiques, intelligents et passionnels, le « secteur, la direction dans laquelle il va la laisser se « transformer en force vive actuelle.

« La liberté *ne produit point de kilogrammètres.*

« La liberté *organise les équipes musculaires* d'une « façon méthodique et les amène à *provoquer au de-* « *hors* des mouvements considérés par l'être libre « comme utiles, avantageux pour son bonheur !

« Pour nous, ajoute avec une formidable affirmation « notre interlocuteur, nous croyons en notre liberté « comme en nous-même, car nous vivons notre liberté, « nous la respirons à chaque minute comme l'air qui « entre dans nos poumons !

« A moins de ne voir dans un homme libre qu'un « être qui agit, *sans but, sans motif quelconque, sans* « *logique, sans caprice même,* il est impossible de con- « cevoir le mécanisme de la liberté autrement que je « viens de vous le dire.

« Tous les *rêveurs* qui ont fait de la physique, de la « chimie et qui prétendent que les causes des mouve- « ments musculaires sont implicitement contenues « dans la matière du cerveau, sont des gens qui font « un épouvantable cercle vicieux !

« Comment ! ils n'apprennent à connaître les lois de « la nature que par les mouvements musculaires vo- « lontaires, méthodiquement choisis dans le but de « faire, non pas seulement des *observations,* mais sur- « tout des *expériences ;* ils discutent au préalable tou- « tes les conditions des appareils qu'ils vont construire,

« appréciant par avance l'utilité de chaque chose et « après avoir planté le scalpel dans le cœur de la Na- « ture, *par l'usage conscient et rationnel de la liberté,* « ils osent tourner ce même scalpel contre le *principe* « *même* qui leur a appris à savoir quelque chose, à « comprendre une partie de l'Univers !

« Ce sont de vrais parricides intellectuels mais in- « conscients.

« Si on les écoutait on devrait admettre l'invrai- « semblable thèse suivante :

« Le cerveau est composé de molécules en mouve- « ment.

« Ces molécules en mouvement ont le *désir de con- « naître leur propre mouvement !*

« Elles s'étudient elles-mêmes sous la loupe et dans « le creuset et trouvent des lois de mouvement.

« Ces *molécules savantes* et *convaincues* arrivent à « être *certaines* que le *fatalisme* les conduit !

« Le principe de liberté étant aboli, la base même de « la physique expérimentale tombe, puisque le mouve- « ment libre et conscient est l'origine de cette science.

« La physique expérimentale *ne comporte donc plus « de lois certaines* puisqu'elle suit le sort du mouve- « ment libre.

« Conséquence : On ne sait plus rien du tout de pré- « cis sur quoi que ce soit dans l'univers !

« De plus, si l'on admet la possibilité d'un être libre, « on est obligé, forcé de le construire de telle sorte « que son image, forgée de toutes pièces avec le prin- « cipe de liberté, corresponde exactement traits pour « traits avec l'homme qui nie son libre-arbitre !

« Voilà, ajoute notre capitaine, les conséquences im-
« médiates de ces théories incomplètes qui généralisent
« avant terme et abusivement des lois particulières !

« On étudie les chocs de la matière en mécanique,
« alors on dit : tout n'est que choc de la matière, il
« n'existe dans tous les phénomènes observés que de
« la matière en mouvement !

« Les causes du mouvement sont sacrifiées au phé-
« nomène lui-même et l'on arrive ainsi de proche en
« proche à de vrais blasphèmes scientifiques !

« Quel est l'homme sérieux qui pourrait dire que le
« *sens d'une dépêche* télégraphique est identique à la
« *dépêche* et aux *caractères* tracés eux-mêmes !

« Qui osera dire que le *choix* dans les mouvements
« musculaires possibles, dont notre pensée apprécie
« les conséquences *par avance* est l'*expression de mou-*
« *vements actuels de la matière* qui se *prophétisent* en
« *s'étudiant par anticipation !*

« La matière en mouvement *ne se soucie pas,* ni de
« *son passé,* ni de *son avenir !*

« Une matière organisée qui se rappelle de son
« passé, qui s'occupe de son avenir, nous conduit dans
« le domaine des *esprits !*

« Toutes les subtilités de raisonnements incom-
« plets sont frappées d'impuissance par l'observation
« rigoureuse scientifique des phénomènes naturels !

« Les astronomes n'ont jamais douté des astres, et
« quelques physiciens ont mis en doute les molécules,
« les atomes, parce qu'on ne peut pas les *voir !*

« En admettant *leur existence,* les savants ont fait
« une hypothèse scientifique.

« Les faits expérimentaux, basés sur cette théorie, « sont légion ! ils ont transformé l'*empirisme* en « *science codifiée !*

« Nous ne voyons pas davantage les *esprits*.

« En supposant leur existence, nous faisons aussi « une hypothèse scientifique.

« Elle explique le *potentiel* et *sanctionne le principe « de liberté défini selon la physique expérimentale*.

« En niant les esprits, nous faisons une hypothèse « scientifique, qui n'explique qu'une partie des faits et « se trouve *en opposition fondamentale* avec toute une « catégorie d'observations irréfutables !

« Voilà comment nous comprenons la *liberté* dans « notre *société d'hommes, créés libres par principe !*

« Et maintenant voulez-vous savoir pourquoi quel- « ques personnes se dónnent tant de peine pour tuer « le moi *intellectuel* et le priver du libre-arbitre, du « principe de spontanéité ?

« Uniquement parce que le *fardeau de leur exis- « tence morale leur pèse !*

« Ils ont le sentiment très net qu'avec l'accep- « tation formelle du domaine intellectuel et du libre- « arbitre naît du même coup la *responsabilité de « l'individu*.

« Il n'est nullement question ici d'entrer dans les « discussions religieuses concernant l'enfer ou le pa- « radis, les châtiments ou les récompenses, le genre « de vie des esprits dans le monde de l'au-delà !

« Non, en aucune façon, il est ici question unique- « ment de l'esthétique du bien et du mal !

« Il faut faire le bien, comme en peinture il faut bien

« dessiner, bien peindre ; comme en musique il faut « connaître l'harmonie et se conformer à ses lois !

« La nécessité morale de conformer sa vie à l'esthé- « tique du bien est une *charge gênante !*

« En niant simplement la liberté, on nie du même « coup le *monde moral !*

« On supprime tout un ordre de faits dont on tient à « se débarrasser !

« Oh ! on ne l'avouera pas, on n'en conviendra « jamais ; on protestera, on jugera de la parfaite inno- « cence du but poursuivi au nom de la vérité !

« L'examen sérieux, attentif, force de combler les « lacunes béantes laissées en physique expérimentale « par la suppression du monde moral et du libre- « arbitre.

« En restant scientifique, ami de la vérité, loyal « vis-à-vis des siens, de soi-même, tout homme qui a « conscience d'être en santé de corps et d'esprit, doit « entrer dans la vie active comme nous, sur le *banc de* « *quart !* avec toutes les responsabilités qui découlent « des libertés conscientes dont nous disposons !

« Alors l'activité, la valeur de l'individu, les dé- « vouements, les nobles passions, toutes les grandes « causes de travail, de joies, qui font battre le cœur et « vibrer l'âme seront mises en jeu d'une façon logique « et utiles pour tous ! »

Tout homme qui se *sent libre,* qui a la profonde conviction de sa liberté par le choix rationnel de ses actes s'exprime comme ce capitaine.

CHAPITRE XXIV

L'HOMME ET LES LIMITES DE LA LIBERTÉ

DURANT tout le chapitre précédent nous avons laissé parler un être libre, créé ainsi synthétiquement. Il nous a exposé le *fonctionnement normal* d'un être jouissant de tous les attributs et avantages d'une liberté non contestable.

Nous allons voir qu'en somme, il n'a fait que répéter d'une façon plus marquée ce qui se passe en nous à chaque instant.

Une fois que la vraie définition de la liberté en *physique expérimentale* est admise, toutes les conséquences psychiques, physiologiques en découlent naturellement.

Nous poserons une série de questions à chacun de ceux qui ont suivi attentivement la lecture de ce mémoire en faisant les réponses conformément à ce que nous éprouvons tous.

1° Avez-vous *conscience* de votre existence ?

Oui, et cette conscience *s'impose* sans que je sois libre de me refuser à l'admettre ou à la contester.

2° Avez-vous la *mémoire ?*

Oui, et c'est grâce à elle que j'ai meublé mon être de tous les souvenirs qui constituent mes *habitudes* au point de vue physiologique et mes *réminiscences* d'impressions dans le domaine psychique.

3° Avez-vous la *logique ?*

Oui, tout au moins *partiellement.*

Les raisons de causes à effets en mathématique et en mécanique paraissent s'enchaîner d'une façon *évidente* et *obligatoire* dans les principes élémentaires, puis progressivement les théorèmes se compliquent, la mémoire intervient par obligation pour étager les raisonnements, dès ce moment les *nécessités* s'affaiblissent.

Peu à peu la conclusion n'apparaît plus comme une proposition dont la vérité éclate aux yeux de tous.

Ce ne sont plus que les adeptes des sciences mathématiques qui peuvent les suivre et les comprendre.

Dans la vie ordinaire nous appelons *notre logique* ou l'intelligence : le *bon sens.*

Chacun en a sa part.

4° Avez-vous le *mouvement musculaire* sous votre domination ?

Mon corps est dans un état de *parfaite santé,* tous mes muscles obéissent ponctuellement aux commandements.

5° Pouvez-vous porter *votre attention* sur les sujets les plus variés ?

Certainement, mes pensées suivent très complaisamment la direction que je leur impose.

6° Avez-vous des *goûts*, des *désirs ?*

Je ne suis point attaqué du *spleen* et j'éprouve encore heureusement de vives jouissances dans tous les domaines où l'homme peut trouver quelque joie.

7° Avez-vous le *sentiment du bien et du mal ?*

J'éprouve comme chacun le sentiment très net que certaines actions sont *coupables*, et d'autres *bonnes, excellentes*. Impossible de dire d'où provient cette impression ; est-ce l'éducation, le milieu où l'on vit, etc. ? quoiqu'il en soit, le *monde moral* existe pour moi avec ses caractères bien accusés.

Ces préliminaires établis, nous allons suivre dans ses détails le *fonctionnement normal* de l'ensemble des organes constituant un homme : *mens sana in corpore sano !*

Nous prendrons quelques *épisodes au hasard* choisis dans la vie ordinaire.

En les développant, le *mécanisme de la liberté*, sa vraie *définition pratique*, ses *limites* se dégagent naturellement et sans effort.

Nous ne parlerons ici que des *actes vus, mouvements musculaires* accomplis par l'être humain, considéré comme un appareil complexe de physique.

Voici d'abord un voyageur qui traverse une forêt et qui désire arriver rapidement dans un village où une affaire l'attend.

Il arrive à une bifurcation de la route !

Deux voies s'ouvrent devant lui !

Pas de poteau indicateur !

Pas de passant !

Que faire ?

Il se consulte; il rappelle tous ses souvenirs concernant le sentier qu'il traverse, la position géographique du village, l'orientation de la route et la direction apparente de chacune des voies qui s'offrent à lui.

Il cherche à rassembler les documents épars qui lui sont connus par conversations, par renseignements divers!

Il cherche s'il possède une *carte* topographique de l'endroit.

Si toutes ces opérations préliminaires n'arrivent qu'à lui donner une vague probabilité sur la situation du village, il tâche malgré cela de distinguer par des raisons d'ordre secondaire la meilleure des deux directions qui s'offrent à lui.

Pendant tout ce travail de *méditation,* de *recherches intérieures,* nous pouvons admettre que pas un *muscle* de cet homme n'a bougé!

Comme *appareil mobile de physique expérimentale* il nous est loisible de considérer cet *homme réfléchissant,* absolument semblable à la *statue de Condillac!*

Tous les mouvements se réduisent aux *phénomènes physico-chimiques* du sensorium, mouvements parallèles, concomitants avec la *pensée consciente.*

Ces phénomènes sont encore absolument inconnus dans leur nature intime, mais pas un physiologiste actuel ne doute de leur existence dans un cerveau qui fonctionne.

Voilà donc notre voyageur, associant ensemble les faibles lueurs qu'il possède sur la *meilleure route à suivre,* diagnostiquant le pour et le contre et d'autant

plus tourmenté de ce *doute* qu'il désire davantage arriver à son but.

La situation physique de cet homme est très intéressante à observer, car nous pouvons lui donner des *désirs d'arriver* aussi violents que nous voudrons ou au contraire les réduire à leur minimum d'acuité, faire de ce voyageur un simple touriste, et nous ne modifions en rien le canevas de ses recherches !

Il mettra plus de soin, plus de raffinement dans la poursuite intérieure du but à atteindre, mais les méandres de sa pensée se dérouleront dans le même cercle !

Ainsi, qu'il ait un désir puissant, une impérieuse nécessité d'arriver, ou que ce soit l'effet d'un simple caprice, d'une modeste velléité de passer par le village voisin, nous sommes maintenant bien en face du problème de la *liberté en physique expérimentale !*

Quel mouvement va-t-il faire ?

Comment, par quelle série de *faits normaux successifs,* va-t-il tout à coup donner des ordres précis à ses muscles ?

Où et dans *quel temps* verrons-nous sa *liberté* ou au contraire son *esclavage ?*

Lorsqu'un raisonnement, plus ou moins exact, l'aura conduit à admettre que la *route Nord* est préférable à la *route Sud,* quel a été le POSTULAT de cette question mentale qu'il s'est posée ? *par où passerai-je ?*

Je *sais,* a-t-il dit (*inconsciemment,* tellement cette certitude est chevillée dans notre âme), que si je veux aller à droite, *je le puis,* si je veux *aller à gauche, je le puis également.*

C'est tellement *vrai,* tellement *certain,* que si pour

une raison quelconque une des routes se *barrait à lui,* était *impraticable,* toutes ces méditations s'effondreraient d'elles-mêmes et deviendraient oiseuses !

Si un passant lui dit à un moment quelconque : le pont à six kilomètres d'ici *est rompu,* ou bien il y a une inondation dans la plaine, etc. etc., c'est instantanément que le voyageur passe *à la décision* qui n'est plus dubitative.

Si le voyageur est asthmatique et qu'il voie le chemin de droite gravir un *passage escarpé,* sa respiration en danger, ses souffrances certaines, mettent un mur dans cette direction !

Là encore la détermination s'impose et les recherches minutieuses sont sans effet puisqu'une des voies est interdite !

Donc la *liberté, réclame ce postulat,* l'*exige.*

Le principe même de la *liberté consciente* c'est d'avoir un *choix possible, utile !*

La possibilité d'accepter une solution plutôt qu'une autre doit être *consciente !*

L'être qui va prendre une détermination doit apprécier *lui-même* le degré de possibilité de réaliser telle ou telle solution.

La sensation de l'être conscient en face d'*un choix possible* est analogue, adéquate même, à l'impression de *couleur* sur la rétine.

L'homme doit dire, *je vois bleu, vert, je vois* . . . **libre.**

Cette *sensation* d'un ordre tout particulier ne relève d'aucun raisonnement quelconque.

C'est une affirmation, aussi nette, aussi catégorique

que nos affirmations peuvent l'être dans le *monde des constatations !*

Voilà ce qu'il ne faut *pas oublier.*

Tout être qui n'a pas *cette sensation du choix,* et de pouvoir, avant la détermination à intervenir, réaliser par des mouvements musculaires les *situations désirées* par les diverses alternatives du choix, ne peut pas parler pour son compte de *liberté.*

Revenons à *notre voyageur.*

Nous l'avons laissé à la fin de sa méditation, pendant qu'il instruit les motifs du choix, avec la ferme conviction des possibilités dont il dispose d'aller à droite ou à gauche !

Et maintenant il SE DÉCIDE.

Il ira au nord !

Le bilan des motifs, fait pencher sa décision vers la route nord qui lui paraît plus favorable, *à tort ou à raison,* pour la réalisation de son projet.

Au moment de la *décision,* la liberté existe-t-elle encore ?

Non, évidemment non !

La décision qui *entraîne l'acte* clôture par principe même l'**ère de la liberté.**

Nous ne saurions crier trop fort *cette vérité* si simple : La *liberté* est *la conscience précise d'un choix possible, tant que la décision n'est pas prise !*

Au moment où la décision se prend, tout l'être se polarise dans la direction choisie, qui, à partir de cet instant *devient fatale.*

Que se passe-t-il dans le cerveau à cette seconde où la détermination intervient ?

Quel est le physiologiste, l'anatomiste, le chimiste ou le physicien qui pourrait le dire ?

Mystérieux contact du monde des esprits avec le monde matériel !

Notre pensée se fixe, s'arrête sur une décision motivée et tout à coup, d'accord avec notre *volonté,* une détente inconnue se presse par notre *effort intellectuel,* tout l'*automate entre en mouvement !*

C'est là certainement un des problèmes les plus compliqués les plus insondables de la nature !

Phénomène banal, par sa fréquence, habituel, bien commun pour tous les hommes, phénomène plein de mystère, plein d'inconnu !

La volonté transforme notre décision en actes vus, mesurés, enregistrés !

Si l'on vient dire : Mais vous voyez bien que votre homme n'est pas libre puisqu'il a *été forcé* d'aller au nord !

J'ai souvent entendu cette réflexion par les adversaires du libre-arbitre !

Nous répondrons :

Si la liberté d'un homme doit se manifester par une *inaction perpétuelle* vous avez raison.

Si au contraire la *liberté d'un homme* le conduit à des actes logiquement enchaînés avec les *buts* et les *désirs* qu'il possède, vous avez tort, car dès qu'il fera le moindre mouvement vous lui infligerez votre remarque !

Il a bougé, donc il y était forcé !

C'est une simple pétition de principe.

La liberté s'évanouit avec l'*acte libre,* librement médité, *prémédité !*

Voilà donc le voyageur décidé à marcher dans la route nord.

Il donne alors à ses muscles des ordres précis, qui l'orientent de suite dans cette voie.

Si lorsqu'il marche, les phénomènes musculaires qui se passent dans les muscles des jambes, sont abandonnés à l'*habitude*, quand il va *orienter* sa direction à la suite d'une longue discussion intérieure, il *commandera* très *consciemment* les premières enjambées !

Tout rentre alors dans le *déterminisme* qui fixe les conditions physico-chimiques des phénomènes du mouvement dans l'*homme appareil de physique !*

Le moment le plus intéressant dans l'étude de la *liberté* est la *période terminale* où l'intelligence *consciente du choix* se détermine à accepter la solution la meilleure.

Quelle est la molécule qui sous l'influence inconnue du contact avec notre pensée donne l'*alarme* à tout l'organisme !

C'est le *miracle* par excellence, un miracle qui ne produit pas la création de *travail mécanique*, mais qui détermine la *direction de ce travail*.

Nous pouvons dire que la caractéristique de la liberté transformée en *acte* par la volonté, c'est de provenir du *potentiel fonctionnel du cerveau* qui jouit de la possibilité de *fixer les directions des mouvements possibles sous l'influence de notre âme*.

Les réactions chimiques qui se passent dans la matière cérébrale sont concomitantes avec nos pensées, elles intéressent des *matières azotées*.

Il est notoire que ce sont les substances azotées qui

donnent le plus de *phénomènes endothermiques,* c'est-à-dire que leurs réactions absorbent de la chaleur lors de la formation des composés azotés.

Lors de la décomposition de ces corps la chaleur de formation est rendue libre.

Entre les phénomènes endothermiques et les exothermiques, soit ceux qui produisent de la chaleur, il y a tous les intermédiaires possibles, surtout lorsqu'on joint à l'azote des corps *hydro-carburés !*

Il n'est donc pas improbable que les réactions des corps azotés constituant la matière grise du cerveau ne se rapproche des réactions *indifférentes,* ni *exothermiques,* ni *endothermiques.*

Elles équilibrent la somme de leurs effets calorifiques dans les deux sens, pendant la *constitution des tissus,* pendant leur *décomposition partielle,* lors des décisions prises qui interviennent chimiquement dans l'encéphale !

Ici plus qu'ailleurs nous devrons avoir une franchise à l'abri de tout soupçon !

Déclarons au nom de la science contemporaine qui n'appellera pas de notre jugement :

Nous ne savons rien, rien, rien ! de ce qui se passe **dans la profondeur du sensorium !**

Voici ce que dit à ce sujet l'auteur le plus autorisé dans ces questions concernant la structure et la fonction du cerveau : M. le Dr S.-R. Cajal [1] :

« Au point de vue de l'union et de la continuité entre

[1] Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés, par Dr S.-R. Cajal. Paris 1894.

la sphère sensitivo-sensorielle et la sphère motrice, les deux hypothèses donnent une explication relativement satisfaisante ; dans la doctrine spiritualiste, l'âme agirait comme organe récepteur en un point du cerveau et comme organe impulseur en un autre point, étant ainsi quelque chose comme le télégraphiste qui, placé dans une station centrale, est en état de recevoir et de transmettre des ordres par toutes les lignes concurrentes. Le système des relations matérielles établi entre les voies motrices et sensitives rendrait compte uniquement de l'automatisme encéphalique ; dans les phénomènes conscients, l'arc d'union serait l'âme elle-même.

« Dans l'hypothèse matérialiste, les choses se passent de même façon, sauf que le chaînon conscient établi entre les excitations centripètes et centrifuges, au lieu d'être représenté par une substance immatérielle, destructive et génératrice de mouvement, le serait par un mouvement très spécial, transformation du mouvement sensitif et producteur du mouvement moteur. Il n'y aurait donc pas interruption de courant entre les deux extrémités de l'arc conscient, mais simple réflexion de courant, sous des modalités variées. La nature, l'étendue et la complexité de la réaction motrice provoquée par la réception d'une excitation sensorielle, de même que son enregistrement en concept de représentation ou idée, résulteraient fatalement de la construction anatomique de la région corticale réceptrice ; donc chacune de ces régions possède, vraisemblablement, son groupe de cellules associées pour la réception des impressions et son système subordonné de cellules de projection ou excito-motrices. »

Qu'on ne vienne donc pas nous dire :

« La loi de la constante de l'énergie dans l'univers « nous empêche d'admettre la liberté parce que ce se- « rait donner créance au *mouvement perpétuel !* »

(J'ai dit cela moi-même dans une lettre écrite comme étudiant à M. le Prof. Ernest Naville !)

Qu'en savez-vous ?

Qui peut dire aujourd'hui dans la science contemporaine ce que c'est que le *potentiel intellectuel !*

Avec les mêmes *unités dynamiques,* une sage disposition (nous l'avons démontré) peut donner des effets absolument différents, incomparables !

La somme des travaux consommés et rendus reste INTACTE !

Personne ne *peut,* ni *n'ose nier* en se basant sur les lois les plus strictes de la *mécanique !*

Avouons donc *humblement, sincèrement,* que la science moderne malgré tous ses progrès est en face d'un problème dont elle n'a pas *la clef !*

Nous ne savons pas !

Probablement nous ne *saurons jamais,* mais la *réaction chimique,* née d'une *volonté consciente* entraîne des *mouvements visibles* dans le corps de *l'homme ;* celui-ci a la *conscience* de son *choix libre* et exécute fidèlement le *mouvement voulu !*

Ces faits je les *crie,* je les *hurle ;* jamais je n'aurai assez de voix pour dire qu'aucune de mes observations scientifiques n'est établie avec plus de *certitude,* avec moins d'aléa, si l'on préfère, que cet ensemble des *conditions psychico-matérielles* de la *liberté humaine ! !*

Tous ceux qui nient cet ensemble de faits ne sont pas les amis de la *vérité,* de la *Vérité avant tout ! ! !*

Ces considérations nous ramènent à notre voyageur encore une fois avant de l'abandonner sur la route qu'il a choisie !

Cet homme a pris la route Nord !

A-t-il eu raison ?

A-t-il eu tort ?

Dans ses discussions avec lui-même a-t-il suivi les préceptes de la logique ?

A-t-il été *fou* ou seulement *partiellement intelligent ?*

Où commence la faute ?

Où commence la responsabilité ?

J'indique ces questions, je ne les résous pas.

Que chacun avec *humilité* discute et garde ce que sa *conscience* lui indique.

L'INDULGENCE DANS NOS JUGEMENTS, voilà ce qu'enseigne en grandes lettres, la *physique expérimentale !*

Dans le cas du voyageur dont nous venons de faire une étude détaillée, nous n'avons envisagé que des éléments dépendant de l'*intelligence.*

C'est uniquement par des déductions, sorties de la position topographique du but de son voyage et de la situation où il se trouvait au moment critique, que nous avons fait naître le choix du voyageur.

Passons à un autre domaine :

Voici maintenant une jeune femme, jolie, riche, elle est assise à sa table à écrire.

Elle a le lendemain un five o'clock select !

Elle finit ses invitations, mais une encore est à faire ou à ne pas faire.

L'inviterai-je ?

Ne l'inviterai-je pas ?

Ah ! que ces deux alternatives sont grosses de conséquences !

Pour toutes les autres personnes l'invitation a été écrite presque machinalement, sans l'ombre d'embarras ni de distraction.

Pourquoi faut-il qu'arrivée à *celui-là* la plume hésite et qu'involontairement ce nom soit resté le *dernier,* repoussé à la fin de sa liste, comme par une puissance bizarre, la crainte ou le danger !

Pensive sur son papier sa plume s'arrête !

« Si je l'invite, je vais être de nouveau sous le charme !

« Je me laisserai aller à cette délicieuse causerie, car « il parle avec feu, il a du cœur ! il m'émeut ! s'il vient « je suis perdue !

« Jamais je ne saurai résister à l'entraînement de « sa voix ! Je le sens bien !

« S'il me dit qu'il m'aime !.... et ses yeux se mouil- « lent de larmes tellement cette caresse à l'âme d'une « femme est le baume suprême dans sa vie !

« Mais non, je ne dois pas le recevoir ! c'est odieux ! « Mon mari est un brave, digne homme, je ne dois pas « le tromper, il faut lui être fidèle !

« Mais pourquoi aussi s'endort-il dès son dîner fini ? « pourquoi va-t-il au cercle s'il est éveillé ?

« Pourquoi ne sait-il pas me donner cette poésie si « douce et si pénétrante que je trouve dans le contact « de cet homme !

« Et puis en somme s'occupe-t-il assez de moi pour « que je puisse dire au fond que je lui vole quelque « chose !

« Ce que je donnerai à l'*autre, lui* n'en fait plus « aucun cas ! il considère cela comme une chose ba- « nale, il m'aime sans élan et sans joie !

« J'ai plus l'air près de lui d'une *habitude* que d'une « femme !

« S'apercevra-t-il seulement dans son indifférence « qu'un bonheur ineffable se déverse dans mon cœur ? »

Ses lèvres se crispent, elle devient successivement haineuse, agitée et toujours là devant son papier, la plume se refuse à tracer les quelques lignes !

« Oui mais les mensonges nécessaires, le mensonge « le jour, le soir.... la nuit ! horreur ! pour moi, la « franchise même, devoir me cacher ! fuir le regard, « me mépriser peut-être ! que sais-je ? »

Et de nouveau cette pauvre âme épeurée cache sa figure jolie et mignonne dans ses mains toutes mouillées de pleurs !

Voilà la vie !

Cette femme est libre ! elle peut dire oui, non.

Nous la laisserons encore en cet état de liberté :

« Inviterai-je ?

« N'inviterai-je pas ?

Cet exemple nous montre la lutte dans le domaine passionnel.

Voici maintenant un épisode que je retrace ici avec une joie sans mélange.

Il s'agit de mon père, maire de la commune de

Plainpalais près de Genève pendant de nombreuses années.

Elevé avec les saines traditions de nos bonnes familles genevoises, je l'ai vu un jour dans une situation des plus critiques mettre à profit les enseignements de sa longue expérience.

Voici le fait :

C'était en 1871, l'année terrible !

La *Société internationale des travailleurs,* ainsi appelée probablement parce que ses chefs n'étaient que de vulgaires fainéants, a voulu organiser une grève au *centre de l'Europe*. De Genève comme départ, elle devait gagner progressivement tous les pays voisins !

Cette grève était menée avec vigueur par des gens de sac et de corde.

Ils pratiquaient ouvertement les traditions de l'école : *La voie par le fait !*

Plus de mille ouvriers terrassiers, charpentiers, formant l'ensemble des *corps de bâtiments* se mirent simultanément en grève voulant empêcher tous les ouvriers de ces corps de métiers aussi bien que les autres de travailler !

Des rixes sanglantes éclatèrent.

Je rappellerai ici que le Journal de Genève aurait été mis à sac par ces forcenés sans le sang-froid et le courage de son rédacteur en chef actuel, M. Marc Debrit ! Armé d'un revolver sous la porte d'entrée, il tint en respect la foule des envahisseurs !

Quelques jours après, la grève de plus en plus menaçante, provoqua des voies de fait et quelques rixes suivies de mort d'hommes ensanglantèrent la ville.

Un matin le pont sur l'Arve, que l'on construisait dans la commune de Plainpalais, fut visité par ces bandits ; sans discussion, ils jetèrent à l'eau les ouvriers qui travaillaient, ainsi que leurs outils !

Mon père, premier magistrat de la commune, fut avisé immédiatement de la chose et, comprenant toute la gravité des circonstances, il fit demander dix-huit hommes de confiance tant à la gendarmerie qu'à la police.

Il me permit de charger avec lui les revolvers à douze coups qu'il remit à ces hommes courageux.

Il fit remettre de nouveaux outils aux ouvriers qui travaillaient le matin en les engageant à reprendre l'ouvrage.

Tout cela fut terminé vers deux heures de l'après-midi.

A peine sut-on en ville que les chantiers du pont d'Arve avaient repris le travail, que les grévistes s'organisèrent en cortège, qui avec des bâtons, qui avec des pistolets !

Cette armée, sans ordre, sans chef apparent, voulait une seconde fois opérer son œuvre de destruction.

Dès que l'arrivée du *cortège* fut signalée, mon père fit placer l'écriteau défendant le passage pour cause d'utilité publique et il mit son écharpe autour de la taille bien en évidence.

Il recommanda à ses hommes le *calme,* de n'agir que *sur son ordre formel* et il fit couper la route, en plaçant au travers ses dix-huit compagnons de danger !

Mon père était au milieu de la route ; derrière cette

petite troupe, à dix pas, l'Arve coulait à pic au pied de la première culée du pont.

A peine ces dispositions étaient-elles prises que l'on signale l'arrivée des grévistes !

Jamais je n'oublierai le battement de cœur que j'ai eu à l'approche de cette bande de forcenés !

Ils arrivaient les uns en blouses bleues, la figure avinée, les autres en habits débraillés, hurlant, vociférant et brandissant des bâtons !

Que va-t-il se passer !

Dix-huit hommes pour tenir tête à deux mille !

Point d'issue, point de dégagement !

La mort certaine si la lutte commence !

Presque au contact du premier rang des agresseurs, mon père les arrête du geste !

« Lisez l'écriteau : Passage interdit pour cause d'uti-« lité publique.

« Je suis le représentant de l'ordre et de la loi, je fe-« rai mon devoir ! »

Ces paroles prononcées d'une voix haute, mais calme, mettent un peu plus de désarroi dans les rangs des grévistes !

« Nous passerons, nous voulons passer, arrêter les « travaux, car ils nous portent préjudice, etc., etc. »

Les cris augmentent et la colonne des arrivants poussant par derrière, la masse humaine grossit, s'épaissit sans cesse, faisant face à ces dix-huit citoyens tranquilles mais résolus !

Un des grévistes s'approche, plus excité que les autres et veut prendre par le bras le gendarme qui est à côté de mon père !

Le geste est à peine ébauché que mon père d'une voix ferme et résolue lui dit :

« J'ai donné à mes hommes des ordres formels, ne « nous forcez pas à les exécuter ! »

En même temps il mettait la main dans sa poche de côté sur la crosse de son revolver, mais sans montrer son arme.

On sentait, à toute son allure, que c'est lui-même qui aurait tiré le premier coup de feu si le gréviste n'eût pas de suite lâché le bras de l'agent.

A ce moment, un des plus graves de ma vie, les assaillants serrés de plus en plus formaient une haie compacte prenant toute la largeur de la route, séparés par un mètre tout au plus des gendarmes.

Les regards se croisaient, on se mesurait face à face ; pour un rien le combat terrible allait commencer !

L'attitude calme, résolue, des représentants de l'ordre, imposa à cette troupe de forcenés un respect involontaire !

Un léger mouvement de recul du front d'attaque se dessina.

Les poitrines oppressées se détendirent un peu et on put croire un instant le danger conjuré.

Mais voici que les pierres commencent à pleuvoir !

Les hommes en reçoivent de plusieurs côtés !

Les lâches qui les lançaient se cachaient à distance dans la foule massée et se rendaient invisibles.

Les projectiles, ramassés sur la route, et lancés par les grévistes atteignaient les gendarmes sur toutes les parties du corps, car ils restaient entièrement à découvert sur le devant !

Plusieurs gendarmes saignaient ; les huées, les sifflets, les injures, toute une émeute vociférant, ajoutait à ce tableau angoissant, car la patience de ces gens était à bout.

Mon père lui-même fut atteint au bras par un caillou vigoureusement lancé !

C'en était trop !

Un gendarme et moi sortons nos revolvers et nous aurions certainement fait feu, sans le *regard inoubliable* que mon père nous adressa sans prononcer une parole.

Ce regard, son expression, sa volonté précise, furent un ordre péremptoire !

Il frotta la place blessée sous la manche de son habit, et continua de fixer la populace que cette scène venait de fasciner !

Un tel courage, un tel empire sur soi-même, une telle puissance sur ses subordonnés, tout cela fut vu, compris par ces gueux !

Ils virent qu'une lutte avec de tels hommes serait si redoutable, si désastreuse pour eux, que la *peur* les saisit.

Les premiers rangs firent volte face et c'est en pleine débandade qu'ils entraînèrent vers la ville les flots tumultueux de ces bandits.

En fuyant devant le danger dont ils avaient subitement conscience, ils se déclaraient vaincus avant la lutte !

Cette déroute des émeutiers fut si complète que, dès le lendemain l'«*Internationale*» levait le siège et abandonnait la place.

En rentrant le soir à la maison, le calme une fois rétabli, j'ai interrogé mon père.

« Vois-tu, m'a-t-il dit, c'est bien simple, j'avais des « renseignements certains ; plus de deux cents hommes « de ces forcenés étaient armés de revolvers et de poi- « gnards. Une lutte couchait sur le carreau tous mes « hommes et au moins cinquante à soixante des leurs ; « nous aurions eu le dessous et la bonne cause était « perdue.

« Un succès sanglant à leur actif était le signal le « plus terrible pour le lendemain ! Le pays était en- « gagé ; j'ai compris qu'il fallait garder son sang-froid « et éviter à tout prix l'effusion du sang.

« J'ai simplement fait mon devoir. »

Voici vingt-cinq ans que ces événements se sont passés, ils sont gravés dans mon souvenir et dans mon cœur.

En rappelant quel usage mon père a su faire de *sa liberté consciente,* je lui envoie le salut de reconnaissance et de respect pour ce patrimoine d'honneur et de courage qu'il nous a légué !

Il *savait* que ses ordres seraient exécutés quels qu'ils fussent !

Il a librement, intelligemment, choisi l'ordre du *calme,* la *suppression de tout acte de défense.*

Sa *liberté* s'est manifestée avec toutes ses conséquences par une décision raisonnée, concluant à l'*absence de tout mouvement !*

Prenons maintenant un cas essentiellement moral,

où la liberté intervient dans des actes longuement médités et dont les conséquences sont graves.

Je prends un juge, arbitre des destinées des parties qui sont à la barre de son tribunal!

Il représente *la loi,* c'est en son âme et conscience qu'il juge!

Il semble par ce fait que *sa liberté* doit être le simple écho de sa conscience et qu'aucune incertitude ne saurait planer sur ses décisions!

Quelle erreur!

Le juge est un homme!

L'homme a des passions, des intérêts, des parti-pris, des motifs avouables et souvent inavouables pour agir dans sa vie privée!

Le juge est souvent, juge et partie plus qu'on ne le suppose.

Questions politiques, questions sociales, questions de religion, hélas aussi questions d'intérêts! tous ces facteurs peuvent intervenir dans la rédaction des jugements!

Nous voyons donc, dans le cas dont je parle, un juge devant une cause précise, claire, simple.

Il suffit d'écouter les parties, les témoignages et le jugement vient tout seul sans l'ombre d'incertitude!

Mais ce jugement va frapper un homme politique, un homme dont le pays a besoin (dit-on)!

Le jugement touchera à des questions d'intérêt où de nombreux amis seront solidaires.

Ah! quel ennui de ne pas pouvoir rendre le jugement comme il s'impose par la voix de la conscience!

Et alors, on compulse le dossier, on élague au besoin

les pièces gênantes, on les supprime ainsi que les témoignages précis de gens engagés dans le débat.

On retient toutes les apparences vraies ou artificielles qui militent contre la *bonne cause!*

On temporise le plus possible afin de faire perdre de vue l'affaire ; on peut mieux la *déformer* par le soin des amis, avant que le jugement soit rendu.

Et ainsi par cette marche voulue mais fatale, le juge devient progressivement, en luttant systématiquement contre le cri de sa conscience, *un juge inique !*

Il a le sentiment de *sa liberté parfaite,* tant qu'il n'a pas signé l'*arrêt.*

Il sait qu'il commet une infamie, d'autant plus lâche que sa voix est considérée comme la voix de la *justice !* que cette voix est sans *appel, souveraine et exécutoire.*

C'est dans ces cas-là que le sentiment de la *liberté* dans le *domaine moral* est puissant, cuisant même.

Ce juge a les apparences d'un *croyant !*

Il passe pour s'occuper de bonnes œuvres ; il trône parmi les gens d'église.

« Que pensera-t-on de moi ?

« Quelle honte ! Comment ! Je vais rendre un arrêt « infâme, contraire à la vérité dont j'ai la preuve en « main.

« Je vais voler une correspondance qui m'arrêterait « net dans la rédaction de mon jugement !

« Mais au fond, qui le saura ? personne ne l'a vue, « cette correspondance ?

« Je continuerai à aller à l'église, à prier les dimanches au temple, je ferai des bonnes œuvres...

« Et puis on ne me donne point d'argent ! oh non, « non, je ne touche rien, je ne reçois rien !...

« Même je puis affirmer que c'est pour le pays « que je fais cela, on me le demande ! on l'exige pres- « que !

« Saura-t-on jamais l'effort que cela me coûte. »

Le combat intérieur devient de plus en plus aigu !

La bonne cause perd du terrain, mais le remords est déjà là avant la signature définitive !

Le *remords,* ce terme dont le sens est nul s'il ne contient pas une *violente affirmation* de la liberté consciente de l'être moral ! Le remords est une preuve de l'existence de l'esthétique du bien dans l'individu qui l'éprouve.

Une nature avilie, basse, sans valeur, n'éprouve pas ou plus, de remords.

Et ce pauvre juge se débat dans les affres atroces d'une lutte inégale, dans laquelle sa pusillanimité, son manque de caractère l'empêchent de résister aux sollicitations pressantes des influences diverses qui l'enserrent !

Le dernier jour a sonné pour rendre son verdict !

Comme un larron, tête basse, il signe, il appose sa griffe sur un document inique !

Le mal est consommé !

Il a abdiqué à cette minute fatale la liberté qu'il possédait, qui l'obsédait, pour commettre un acte qui restera *la tache de sa vie !*

Il en a la conscience absolue !

A partir de ce moment il se *méprise lui-même !*

Il conserve encore l'allure du croyant, la forme extérieure d'un *convaincu !*

Mais sa conscience lui crie : *avoue, avoue, avoue donc !* Ce n'est qu'en avouant, en reconnaissant ta faute, ta lâcheté, que tu retrouveras le repos de ton âme !

Mais pour avouer, il faut vouloir !

L'humiliation d'une telle situation est telle qu'il porte la tête basse, que son œil se ternit à la vue de ceux qu'il a condamnés injustement et que, jusqu'à sa mort, son rôle est destiné à être flétri par ses propres pensées.

De croyant honnête, il est devenu un véritable *hypocrite,* car constamment il résiste au cri de sa conscience qui lui criera toujours :

« Avoue, avoue, avoue donc ! »

Nous voyons dans cet exemple terrible, le domaine de la *liberté morale* qui joue un rôle immense dans les rapports sociaux !

C'est certainement le secteur le plus important des actes possibles d'un individu libre.

C'est par le sage, l'honnête emploi de notre liberté dans ce *secteur,* que viennent tous les qualificatifs des hommes concernant les louanges, ou le blâme si l'on froisse le sens moral.

Ici encore, c'est le sentiment perçu par l'homme du *secteur des actes possibles* qui constitue, à l'exclusion de toute autre mesure, la valeur de sa liberté et sa mesure.

Cette réflexion est destinée à mettre un frein aux jugements téméraires que nous portons sur nos semblables !

Pour bien juger au point de vue moral un acte quelconque, commis par un tiers, il faudrait *connaître exactement* le *secteur disponible conscient* de cet être !

CHAPITRE XXV

LES LIMITES DE LA LIBERTÉ

Disons maintenant quelques mots des limites extrêmes de la liberté.

Par la définition même à laquelle nous sommes parvenus en faisant usage de la physique expérimentale, la liberté n'apparaît et n'existe qu'après *une méditation* véritable de l'individu qui discute avec lui-même soit par la mémoire, soit par ses différents attributs intellectuels, sur les conséquences des actes possibles.

Une méditation demande du *temps*.

Or il y a des actes que nous devons exécuter presque instantanément pour nous sauver d'un péril imminent ou pour répondre à une question pressante.

Les mouvements instinctifs.

Les *mouvements instinctifs* sont là qui prennent la place des phénomènes de mouvements dus aux potentiels fonctionnels.

Un enfant tombe, il porte les mains en avant.

Un corps s'approche de notre figure, nous fermons les yeux, sans le vouloir.

Les impressions sensorielles qui sont la cause de ces contractions musculaires provoquent les *mouvements réflexes instinctifs.*

Ce sont ces mouvements qui fixent la limite extrême de la *liberté* du côté de son origine à sa naissance.

En effet il faut un *effort* considérable pour arriver à lutter contre ces influences héréditaires et à se soustraire aux ordres péremptoires des excitations réflexes.

On y parvient cependant, donc il est possible de *résister !*

La liberté n'est pas entièrement nulle ; elle commence à se manifester, puisqu'on peut arrêter l'exécution du mouvement.

Quelques personnes possèdent une véritable virtuosité dans cette sorte de « *domptage de sa bête !* »

On soumet son organisme à l'effort régulier et méthodique d'exercices, qui provoquent des *contre courants* et neutralisent les ordres donnés par l'organisme naturel.

Le premier mouvement.

Outre les mouvements instinctifs, immédiats, nous avons les actions dues au « *premier mouvement.* »

Ce ne sont plus des actes instinctifs mais des réponses variables suivant les individus et leur éducation ; surtout suivant les habitudes prises dans certain milieu où ils ont grandi et se sont développés.

Les *premiers mouvements* sont une mixture du *naturel* de l'individu et de son *éducation !*

La *liberté* se trouve dans les *premiers mouvements* sous une forme double : elle y est *actuelle,* parce que le premier mouvement comporte une méditation très courte, il est vrai, mais pas nulle ; on a déjà un certain temps pour le choix ! donc un peu de liberté.

Ensuite la liberté y est à l'état d'*habitude acquise :*

Ayant médité sur ce qui convient le mieux dans telle ou telle circonstance, *on décide en pleine liberté,* de faire cette réponse plutôt que celle-là.

Une seconde fois une situation analogue intervient, on répète la même réponse par souvenir.

A la centième fois, le souvenir s'est transformé en *habitude,* c'est devenu un *premier mouvement.*

Les parents en donnant à leurs enfants de bonnes habitudes, leur inculquent, par influence, de bons premiers mouvements.

Ce qui fait que l'éducation soignée *chez les enfants* représente des actes de liberté chez *les parents.*

C'est à cette influence extrêmement puissante que

l'on reconnaît de suite, presque à première vue, le *parfait gentleman,* l'homme de bonne société qui ne s'improvise pas, qui se forme lentement.

Nos habitudes sociales donnent aux hommes, et peut-être encore plus aux femmes, des nuances dans les premiers mouvements qui constituent uniquement leurs *caractéristiques mondains.*

Les gestes, les façons de se tenir, de s'asseoir, de manger, de jouer, de répondre, font dire d'un visiteur : voilà un homme de bonne éducation, ou bien voici un butor, un homme fruste, sans famille, etc.

Le premier mouvement n'est dans ce cas qu'un simple *vernis !* une couche mise artificiellement sur une nature quelconque !

Tous les hommes du bon monde se ressemblent ! Dès qu'une position grave intervient, une situation dramatique, le *premier mouvement* se transforme radicalement.

C'est le *naturel* qui prend le dessus sur l'éducation.

Ainsi dans un salon, vous verrez réunis le maître de la maison et un simple ouvrier menuisier, venu pour quelque réparation ; tout à coup on crie au feu, au feu !

L'hôtel en face brûle !

On distingue un pauvre enfant qui s'est réfugié sur le toit et va, dans peu d'instants, périr dans les flammes !

L'ouvrier, un brave homme au cœur généreux, bondit sans réfléchir et sauve l'enfant au péril de sa vie !

Le maître de maison s'est contenté de proférer un juron formidable à la vue des pompiers qui noient sa

façade, dont les fenêtres ouvertes laissent mouiller les tapis !

Le renversement des rôles ici prouve notre thèse ; l'homme bon et généreux n'est pas toujours l'homme aux abords polis et comme il faut.

Le *juron* est une verrue morale qui ne se présente guère que dans le premier mouvement !

C'est une espèce de soupape de sûreté qui soulage, une exaspération momentanée, causée par quelque cause souvent futile.

On est *libre* de se corriger du juron, car cette mauvaise habitude ne correspond en aucune façon à un besoin fonctionnel quelconque.

La fascination.
La mort de l'empereur Paul Ier.

Le premier mouvement présente quelques cas très rares où la *liberté semble exclue* par une sorte de fascination due à la *terreur,* l'*émotion,* le *danger.*

Je vais ici raconter un fait historique qui m'a été narré par un témoin oculaire de l'assassinat de l'Empereur Paul Ier de Russie (15 janvier 1804).

Il s'agit d'une de mes tantes, morte à l'âge avancé de 93 ans en 1869, ayant conservé jusqu'à cette extrême vieillesse la plénitude de toutes ses facultés intellectuelles.

Comme jeune fille de la noblesse livonienne (elle était née comtesse Sievers), elle avait été admise au palais en qualité de demoiselle d'honneur de l'Impératrice.

Les quelques mois qui terminèrent le règne de l'Empereur Paul Ier furent signalés par des excentricités touchant à la folie.

Ce monarque, pris de la folie des grandeurs, faisait par exemple arrêter les voitures et les traîneaux dans la rue et il obligeait tous ses vassaux, seigneurs, nobles et vilains à descendre sur la chaussée et à se mettre à genoux sur son passage !

Bref, l'entourage de l'Empereur décida d'obtenir de gré ou de force son abdication !

Quelques jours avant l'exécution du complot du palais, ma tante s'aperçut d'une certaine agitation dans les salons et pendant les réceptions.

Diverses phrases échangées à voix basse, des allures suspectes, des conciliabules dans les coins des appartements ne lui échappèrent pas !

L'Empereur aussi devinait que quelque chose se préparait contre lui et paraissait se tenir plus réservé, comme sur ses gardes.

Le soir même de l'attentat, il y avait grande cour au palais ; tout le monde officiel et le corps diplomatique étaient invités.

Les indices précurseurs devenaient si évidents que vers minuit, ma tante, rentrée dans ses appartements, donnant sur le long corridor du Palais d'hiver, au lieu de se coucher, écrivit une longue lettre à son père, alors maréchal de la noblesse livonienne.

Elle s'était à moitié déshabillée ; les épaules nues et en simple jupon, elle écrivait à sa table.

Vers une heure et demie environ, un bruit insolite se fit entendre dans le corridor.

Ce corridor, fort long, traverse le palais de part en part et aboutit à l'appartement particulier de l'Empereur.

Saisie d'émotion et de crainte, ma tante prit rapidement son flambeau sur sa table et ouvrit la porte de sa chambre.

Au même instant le comte Paalen, grand chambellan, passait fort agité avec quatre autres seigneurs de la cour.

Que se passa-t-il alors dans la pensée de ma tante ?

Personne ne saurait le dire, mais voici fidèlement son récit ; je l'ai entendu plus de vingt fois au moins pendant les deux années que j'ai vécu près d'elle à Paris en 1868-1869 lorsque je faisais mes études à l'Ecole polytechnique et à la Sorbonne.

Ma tante aimait à me narrer cette tragique aventure qui l'émotionnait encore tellement, soixante-quatre ans plus tard, qu'elle n'a jamais osé l'écrire :

« Je saisis donc mon flambeau et, poussée par une « force dont je ne me rends pas compte encore au- « jourd'hui, je suivis le comte Paalen accompagné de « ses quatre acolytes.

« Aucun d'eux ne s'étonna de me voir les suivre « ainsi dans un costume si irrégulier.

« Nous marchâmes sur une longueur d'environ « soixante mètres jusqu'à la chambre de l'Empereur.

« Les cinq hommes n'échangèrent entre eux que « des gestes, pas une parole ne fut prononcée.

« Le comte Paalen pénétra le premier, sans frapper ; « il tenait dans sa main un rouleau de papier blanc.

« Derrière lui marchait son collègue avec un flam- « beau à la main, puis tous les autres et moi-même, « nous entrâmes.

« L'Empereur Paul était à sa table occupé à écrire.

« Evidemment il s'attendait à quelque chose et ses « soupçons étaient éveillés !

« Le comte Paalen lui adressa la parole le premier : « Majesté, nous venons vous demander pour le bien « du pays et le vôtre, votre abdication !

« Votre santé vous condamne à la retraite, tous les « médecins et nous tous sommes arrivés à cette con- « clusion que votre abdication est devenue nécessaire. « Nous vous apportons l'acte à signer.

« L'Empereur se recula légèrement derrière sa table « fort large.

« C'était un meuble lourd ; à gauche de l'Empereur « un chandelier à cinq branches éclairait la lettre « commencée ; sur le devant, un presse-papier en ma- « lachite était formé d'une grosse boule fixée sur un « rectangle très massif.

« Pendant les paroles du comte Paalen, prononcées « d'une voix ferme, les cinq hommes s'étaient avancés « progressivement vers le bord de la table ; le second « flambeau fut déposé à côté de l'encrier tandis que « l'Empereur placé de l'autre côté, se reculait involon- « tairement pour augmenter la distance qui le sépa- « rait de ces hommes.

« Oui, dit-il, vous me manquez de respect, « vous trouvez que je suis trop sévère avec vous « et vous voulez prendre ma place pour la donner « à mon successeur plus souple : je m'opposerai... « je m'opposerai... et en disant ces mots, l'Empe- « reur faisait reculer sa chaise vers la paroi contre « laquelle il était presque adossé et qui touchait à « la vaste cheminée où quelques tisons finissaient « de brûler.

« Sire nous voulons votre abdication à tout prix, « nous l'exigeons pour le bien public.

« Tout en prononçant ces paroles le comte Paalen, « homme grand et fort, passe son bras par dessus la « table avec assez de rapidité pour saisir la main de « l'Empereur !

« Celui-ci se recula brusquement et tâcha avec son « autre main libre d'ouvrir une porte, percée dans le « mur derrière lui, porte dérobée par laquelle il espé- « rait probablement s'évader.

« Ces secousses très violentes firent basculer la « table ; les deux flambeaux placés dessus tombèrent « et s'éteignirent et le comte Paalen s'emparant du « presse-papier de la main droite en frappa l'Empereur « à la tempe au moment où il l'attirait à lui de toutes « ses forces !

« L'Empereur s'affaissa le crâne brisé !

« On redressa la table et le comte Paalen aidé de « ses complices prit la main du mourant, lui mit une « plume dans les doigts et signa ainsi l'acte d'abdica- « tion de l'Empereur Paul I^er^.

« Pendant toute cette scène horrible, j'étais là les

« yeux grands ouverts, immobile, stupéfiée et je tenais « dans ma main le flambeau qui éclairait tout seul la « chambre du crime !

« C'est à la lueur de ce flambeau que j'ai vu apposer « cette signature posthume ! »

Le lendemain de cette sinistre aventure, ma tante quittait le palais et tombait malade d'émotion.

Plus tard, remise et se remémorant ces dramatiques épisodes, il lui a toujours été impossible d'analyser les causes efficientes de ses mouvements.

Elle m'a affirmé s'être sentie transformée en un automate dont tous les mouvements étaient *obligatoires !*

Il lui aurait été impossible d'agir d'*elle-même.*

Aucune *liberté consciente* ne lui restait !

Je signale ce fait pour la rareté du cas, car ma tante était une femme de grands moyens, de beaucoup de finesse d'esprit comme la plupart des femmes du XVIII[e] siècle ; sachant s'observer et s'analyser elle-même avec droiture et sagacité.

J'ai pensé bien faire également de fixer cette page d'histoire ténébreuse, qui donne la véritable version de la fin si controversée de l'Empereur Paul I[er].

Ma tante en effet a été le seul témoin de la scène ; j'ai écrit sa narration comme sous sa dictée.

L'habitude de la liberté.

Les mouvements musculaires libres s'accentuent de plus en plus dans la vie des hommes au fur et à mesure que les conséquences de ces mouvements sont plus graves.

Dans tous les *détails,* les habitudes suppléent au raisonnement.

Il se passe dans la logique du bon sens, pour les mille combinaisons de ces mouvements de la vie de chaque jour, quelque chose d'analogue à ce qu'on peut observer dans nos calculs.

Nous savons par cœur le livret d'arithmétique et les formules essentielles de mathématique.

Quand nous disons : sept fois neuf font soixante-trois, nous n'apportons *aucune logique actuelle* dans cette affirmation, c'est un souvenir auditif vérifié si souvent avec conscience, que nous lui gardons plus tard un *crédit illimité* sans recommencer la vérification.

Nous sommes certains *par la mémoire* de la réalité, de l'exactitude de cette affirmation.

Dès que le problème se complique, c'est tout autre chose; il faut méditer et refléchir, et l'on met souvent un temps considérable à poser l'équation d'un problème complexe.

En somme nous ne faisons usage de notre liberté que le *moins possible* par crainte de la fatigue qui accompagne toujours un effort de pensée.

Nous ressemblons passablement à ce riche banquier

de la rue Laffitte, fondateur de la maison Rothschild :

Un négociant lui demandait un jour dans une visite :

« Que pensez-vous actuellement de la situation des charbonnages anglais ? »

Le baron James de Rothschild fait venir son chef de bureau et lui dit :

« Qu'est-ce que je pense aujourd'hui sur les charbons en Angleterre ? »

Nous laissons très volontiers nos chefs de file, dans notre vaste organisation physiologique, devenir les maîtres !

S'ils sont bien dressés, tant mieux !

Mais...

On dit à ce sujet qu'il est plus facile de se donner deux bonnes habitudes que de se débarrasser d'une seule mauvaise !

En réalité le *secteur disponible* qui est devant nous ouvert et qui attend notre décision, s'agrandit immensément dans le domaine des relations sociales.

Nous avons une telle conscience de cette liberté et du bon ou mauvais emploi que nous pouvons en faire, que jamais on n'a vu, à aucune époque, des hommes assez *matérialistes* et assez *convaincus* pour supprimer de leurs discours les adjectifs et substantifs dépendant de l'ordre et de la liberté morale !

La langue toute entière proteste !

Une démonstration très complète de notre définition de la *liberté humaine* et du fait qu'elle est implicitement admise *sous cette forme* par le plus grand nom-

bre des hommes, se tire des observations suivantes, empruntées aux scènes de la vie contemporaine :

Un riche oncle d'Amérique meurt en laissant plusieurs neveux et nièces et une belle succession.

Il a remis entre les mains d'un notaire, avant son départ, un premier testament par lequel il avantage exclusivement un de ses neveux, qui lui a rendu quelque grand service.

En Amérique, après avoir fait une superbe fortune, il fait un partage plus conforme à son naturel honnête et bon et plus en rapport avec sa situation devenue considérable.

Le second testament est encore inconnu en Europe.

Le neveu, légataire universel, croit qu'il peut tout garder pour lui seul !

Il a cette conviction profonde. Mais généreux et attaché à ses frères et sœurs, il déclare qu'il partagera avec eux tous à égalité !

Cet abandon spontané, accepté par tous avec joie et reconnaissance est-il détruit comme *acte de liberté* alors que le second testament est connu, lequel a donné à ce partage *force de loi ?*

On voit très bien que c'est du sentiment de pouvoir partager ou de tout garder pour lui seul, que naît la valeur morale de l'acte choisi, adopté par le neveu généreux !

En restant sur un terrain très semblable, voici une autre situation où la liberté intervient encore d'une façon évidente.

Je tiens à montrer que la liberté dans le domaine

moral peut se réaliser par des actes inconnus des tiers, témoins cependant des scènes de la vie où les actes se passent.

Ces actes parfaitement honnêtes et loyaux par celui qui les ordonne sont quelquefois *faussement interprétés* tant par leur apparence que par les motifs qu'on leur attribue.

Le *jugement intérieur* conscient de l'*homme calomnié* répare l'injustice humaine et domine le témoignage du prochain, malgré la valeur incontestable qu'il faut lui accorder.

Un vieux garçon fort riche a des neveux directs et un cousin très éloigné.

Il déteste assez cordialement ses héritiers naturels et proteste avec emphase de son amitié pour le cousin au sixième degré !

De là des propos malveillants, des racontars, des calomnies même !

« On sait bien pourquoi il est toujours fourré chez « son vieux parent, c'est pour se faire donner sa for- « tune, tout accaparer, etc., etc. »

Toute la gamme des petites infamies humaines se fait jour dans le monde qui se pique d'être très correct, très prude,... parfait !

Ces propos reviennent aux oreilles du *cousin éloigné* qui, heureusement, gagne son pain par son propre travail et n'a nullement besoin, ni envie, de recourir à ces procédés peu recommandables pour assurer son existence.

Que fait-il ?

Il s'arrange pour voir de moins en moins le parent

riche, et lorsqu'une explication à ce sujet se produit avec lui, il le supplie de l'*oublier totalement* sur son testament afin de le sauver de tout reproche qui pourrait être appuyé par des apparences de cette nature.

Ainsi fut fait: l'oncle meurt, les neveux héritent, le cousin n'a rien !

Les neveux, qui n'ont jamais su ce qui s'est passé, continuent de dire des choses peu aimables :

« C'est bien fait, il a tout essayé pour hériter de son « vieux parent et il n'a rien : comme il doit être vexé, « etc., etc. »

La *liberté de l'acte* subsiste toute entière, lors même qu'aucun témoignage apparent n'existe ni la révèle.

En somme, de la conscience que chacun éprouve du secteur disponible dans lequel il va choisir l'acte à faire, naît la notion exacte de sa liberté.

C'est la surface de ce secteur *qui en est la mesure effective.*

Toutes les causes qui réduisent nos moyens, qui nous font *esclaves,* matériellement ou intellectuellement, diminuent et affaiblissent la *liberté disponible,* en proportion des restrictions qu'elles apportent à la surface de ce secteur.

La vieillesse, la maladie, la pauvreté, les exigences de la vie, la prison même ou la folie, sont des liens qui nous privent d'une partie des *libertés conscientes.*

La liberté dans la charité. L'héroïsme.

En jetant un coup d'œil sur l'ensemble de la nature inanimée et sur les animaux, les plantes, toute la vie végétative sans exception, on est frappé de la *dureté implacable* avec laquelle la nature morte saccage les individus et se rit de la souffrance de l'*être sensible!*

Elle passe sur la *douleur* sans la voir, sans la sentir même; elle ne la connaît pas.

L'homme *seul* s'arrête, quitte ses occupations, néglige ses intérêts immédiats pour soigner un malade, lui venir en aide, apporter son obole à la veuve, à l'orphelin, à l'indigent.

L'homme est né compatissant!

Voici ce que dit Jean Aicard, le poète :

L'HUMANITÉ

(Tiré de Miette et Noré)

Dites au soleil qui se lève,
A la terre qui tourne autour,
De retarder d'une heure brève
L'heure de la nuit ou du jour.

Dites à la moins haute étoile
« Descends vers moi; tu m'appartiens! »
Au vent contraire : « Emplis ma voile,
Pour que j'aille au lieu d'où tu viens! »

Dites à la pomme qui tombe :
« Reste à la branche, » ou « Reste en l'air! »
Dites : « Je veux vivre, » à la tombe,
Ou : « Sois le printemps, » à l'hiver!

Puis, passant de la chose à l'être,
Dites au lion rugissant,
Quand sur la proie il pose en maître
Sa griffe : « Ne bois pas ce sang ! »

Dites au tourtereau fidèle :
« Change d'épouse ! » au rossignol :
« Ne chante plus ! » à l'hirondelle :
« Hirondelle, suspends ton vol ! »

Et tous, lions roux, pommes roses,
Soleil, terre, soir et matin,
L'oiseau, l'étoile, êtres et choses,
Diront : « Nous sommes au destin ! »

Tous, la fatalité les mène,
Et la vie en cercle, la Loi,
Jamais la Roue, ô race humaine,
Ne se dérangera pour toi !

C'est la Force, et non la Justice
Qui tourne sur l'étrange essieu.
Tendresse, pitié, sacrifice,
Sont verbes inconnus de Dieu !

L'homme seul, — la vie est étrange ! —
Sur tant d'êtres en lutte entre eux,
Parfois, s'il le veut, se dérange
Et souffre pour faire un heureux !

Et dans sa misère profonde
C'est par là que le plus obscur,
Juste, — est plus grand que le grand monde
Et plus sublime que l'azur !

Le *beau* dans les actes sociaux nous dirige vers la *charité !*

La liberté de l'homme trouve là un des plus riches domaines qui lui donne son vrai diadème, couronne faite de pleurs consolées, de souffrances apaisées, de pitié, de bon cœur à l'adresse des malheureux, de fraternelle poignée de main à l'homme maudit, de privations pour aider celui qui a faim...

Le livre d'or de l'humanité est son seul, unique titre de gloire écrit cependant par l'*humilité* et le *désintéressement*.

Tant que nous verrons au chevet d'un mourant la *sœur de charité* qui lui apporte dans sa chaste personne, avec sa voix douce et convaincante, le soulagement des dernières heures après avoir été le soutient de la lutte pendant l'affreuse maladie, nous aurons devant nous un des plus beaux tableaux qui fasse honneur à l'âme humaine !

Suivons dans sa vie cette femme de bien qui consacre tout son temps, toutes ses forces au soulagement des malades confiés à ses soins :

Je retrace ici un souvenir personnel ; je ne nommerai pas la bonne sœur encore vivante que j'ai eu l'honneur d'approcher dans le service du Dr Dujardin-Beaumetz à l'hôpital Cochin à Paris, je ferais tort à sa modestie.

C'est par le Dr Dujardin-Beaumetz lui-même, l'ami des pauvres, que j'ai connu les détails suivants :

Dans une riche famille d'Alsace vivaient, avant la guerre, deux jeunes gens, un frère et une sœur.

Tout semblait fait autour d'eux pour le bonheur et un brillant avenir : fortune, position sociale, talent, et la jeune fille, une des plus ravissantes personnes de Mulhouse, était la reine des réunions mondaines de la haute société industrielle.

Arrive 1870 ! La guerre, l'horrible guerre, avec tous ses maux et son cortège de morts, de deuil ; lugubre épopée des temps modernes !

La jeune fille voit partir son frère et son fiancé.

Son père âgé de soixante ans, ne pouvant plus être soldat, veut cependant servir la patrie et installe une ambulance pour soigner les blessés.

Sa fille n'hésite pas un instant; elle suit son père sous la tente d'ambulance.

Voici les batailles sanglantes, les combats, les sièges, les déroutes !...

A Wörth, son frère reçoit un éclat d'obus dans le bras.

Tout malade il se fait transporter près de la frontière suisse, et après quelques semaines il regagne l'armée de Mac Mahon pour recommencer la lutte.

Les circonstances de la guerre font qu'à Sedan et près de Bazeilles, dans cette lutte formidable qui fut une des plus intenses de la guerre, le père de la jeune fille est tué roide au pied du lit de son fils blessé une seconde fois et mourant lui-même.

Pendant que ces deux agonisants rendent l'âme en même temps, le fiancé est tué dans l'armée de Metz !

Voilà la guerre ! dans toute son horreur !

Cette pauvre orpheline, elle est seule, car peu après sa mère inconsolable rend aussi le dernier soupir !

Eh bien, cette enfant de vingt ans, dans la fleur de l'âge et de la beauté, riche, pouvant espérer que cette vie peut lui réserver quelques joies après tant d'épreuves, se décide lentement, résolument, à consacrer toute sa vie, tous ses efforts, toute sa fortune à soulager autour d'elle les malheureux !

Ce n'est pas un coup de tête, c'est volontairement,

avec préméditation, comme conséquence de sa *liberté consciente !*

Elle va dans les hôpitaux, suit les cours de médecine, passe ses examens et pénètre ensuite dans les services de chirurgie comme une apparition bienfaisante au chevet des désespérés !

Je l'ai vue entrer dans la salle des opérés ! Le regard des malades dans leur lit, le salut des yeux, de l'expression de figure, l'appel muet mais visible de chacun, tout criait au témoin de cette scène : c'est elle, notre bienfaitrice, celle que nous aimons parce qu'elle nous apporte le baume sur nos blessures et sur nos douleurs, parce qu'elle nous donne une part de l'immuable tranquillité sereine de ses douces pitiés ! parce que sa main en se posant sur notre front rongé de fièvre y calme la poignante angoisse des affres de la mort !

Oui, c'est cela, la charité vraie, humble, modeste !

Cette femme, belle encore, svelte, la tête droite et l'œil clair, un sourire doux et triste sur les lèvres, une voix qui vient du cœur et qui en sait trouver le chemin !...

Les mouvements que cette sœur de charité idéale exécute dans le dortoir des opérés, c'est l'*apogée des recherches de la physique expérimentale !* c'est aussi la suprême des plus nobles passions de l'homme !

En voyant, en constatant comme *entité logique,* cause des mouvements observés, le *désintéressement* et la *bonté,* personne ne peut résister au respect qui s'impose et se commande !

Sans exception tout le monde se découvre !

C'est la victoire du spiritualisme pour tout homme qui n'est pas une brute !

Essayez donc de rester *matérialiste convaincu* devant ce tableau !

Vous projetterez sur le mur de la salle le cerveau de cette femme de bien, vous montrerez des mouvements vibratoires de la substance grise et quelques réactions chimiques concomitantes et tout fier vous direz aux étudiants :

« A droite vous voyez la racine rachidienne des « muscles de la jambe soumise à l'excitation d'une « impulsion ondulatoire provenant de la décomposition « d'un phosphure bi-basique, cette décomposition mo- « léculaire dans les conditions où nous la voyons « s'appelle la *bonté !*

« Les produits de cette décomposition cérébrale « pénètrent ensuite dans le sang par le système des « tissus interstitiels et vont directement dans l'urine et « dans la bile !

« Lorsque ces ondulations dues aux produits phos- « pho-azotés sont plus faibles, nous passons progressi- « vement de la *bonté* à l'*égoïsme* par degrés successifs !

« Ainsi, nous avons ici un huissier qui s'est cassé la « jambe, je suis sûr que ces mouvements-là sont à « peine visibles.

« Essayons : » etc., etc.

On sent de suite l'inanité de ces interprétations cacophoniques qui prennent le phénomène de mouvement pour le *sentiment* lui-même !

Erreur gigantesque, contraire absolument à la logique !

La *liberté* dans le *dévouement,* dans la *bonté,* c'est la conscience intérieure de suivre les nobles traditions du *beau* dans les *actes de la vie sociale,* sans autre recherche que la satisfaction intérieure qui accompagne toujours l'accomplissement de ces vertus.

Le bien doit s'accomplir sans marchandage !

Nous avons une liste immense d'*actes héroïques !*

La liberté dans l'héroïsme, semble se rapprocher passablement de ce que nous avons dit en parlant du *premier mouvement !*

Il y a quelquefois des surprises !

Un homme très ordinaire de caractère, n'ayant rien qui fasse prévoir le *héros,* sous l'effet de conditions brusques et violentes est capable d'actes étonnants !

Rappelons la superbe scène du *sonneur,* dans Patrie de Victorien Sardou !

Ce pauvre homme, pusillanime, chétif et qui se fait tuer en brave en sonnant le tocsin ! c'est un héros !

On a vu quelquefois des galériens et forçats devenir de vrais héros de dévouement dans une catastrophe, un incendie, une inondation.

L'*héroïsme à froid* est plus rare, il est préférable, car plus la *liberté* a le temps de s'affirmer plus nous respectons les *mobiles des actes.*

Les romans contemporains ont cherché à mettre sur la scène des situations émouvantes, rendues telles par le calme admirable avec lequel des hommes de valeur courent résolument et crânement à la mort, mort sou-

vent obscure et dont les vrais motifs resteront probablement ignorés.

Quelles que soient les conditions de la vie dans lesquelles se passent des actes d'héroïsme, c'est toujours et uniquement à l'*acte libre* que s'adresse notre admiration.

Le prisonnier fusillé par les lois de la guerre, l'inconnu tué dans un train, noyé par accident, écrasé sous une voiture, autant de morts, pas de héros.

La *liberté* n'est pas manifestée, il n'y a pas eu choix.

Ces démonstrations, poursuivies partout ; dans toutes les directions de la vie sociale, sont les vraies preuves de l'obligation de l'*incubation des actes* pour que l'on puisse parler de *liberté* dans les mouvements aperçus et observés chez les hommes.

CHAPITRE XXVI

LA LIBERTÉ COLLECTIVE

Tout ce que nous venons de dire d'un *homme* en particulier peut à peu de chose près s'appliquer à un *ensemble d'hommes* agissant comme une grande *personnalité consciente.*

Les mêmes règles, les mêmes lois psychiques et mécaniques se trouvent vraies et permettent de porter les jugements semblables sur les décisions prises par les gouvernements, les conseils d'administration, les collèges des juges, les synodes, etc., etc.

Rappelons l'ordre des faits successifs:

Prenons le grand conseil d'un pays, la chambre des députés, le sénat, n'importe.

Les hommes élus par le suffrage universel sont chacun des unités pensantes, conscientes de leurs actes et *libres* dans le sens adopté en physique expérimentale, c'est-à-dire susceptibles de prendre utilement des déterminations variées parmi lesquelles ils en choisissent *une* de préférence aux autres.

Le conseil réuni, on *délibère* !

La délibération à haute voix dans la chambre des députés, avant le vote, c'est l'expression même de la *liberté collective.*

Nous sentons très bien que le vote une fois donné, le gouvernement, détenteur du *pouvoir exécutif,* mettra tous les rouages administratifs en jeu pour l'exécution prompte et exacte de la loi votée.

La *délibération* permet à toutes les opinions de se faire entendre, de donner leurs raisons, de les faire valoir et de les faire prédominer si les arguments sont convaincants.

C'est ici également que la *politique* apparaît avec son cortège d'injustices et de mesquineries !

Les partis interviennent, les intérêts particuliers en hostilité avec celui de la patrie !

Que de fois une loi juste, réclamée par des besoins impérieux de la nation, est jetée au panier, ajournée indéfiniment, parce qu'elle touche à la prédominance d'un parti !

C'est pour faire entendre le plus possible la voix de la justice, qui permet à l'opinion d'une chambre d'être utilement éclairée, que la *représentation proportionnelle* s'impose pour l'élection de tous les *députés aux assemblées législatives.*

C'est pour cette même raison qu'il ne faut jamais l'employer aux nominations du *pouvoir exécutif* qui doit être confié à des *hommes d'action,* fonctionnaires intelligents et dévoués aux ordres du pouvoir législatif.

Le cerveau et la substance grise du système nerveux

d'un individu représentent tout ensemble : la chambre, le local, les députés et les délibérations jusqu'au vote inclusivement.

Le *gouvernement exécutif* n'est pas plus libre que les muscles actionnant les organes et les membres de notre corps !

Ils opèrent tous deux selon les *lois organiques* de la constitution.

Toucher et entraver les discussions législatives, porter atteinte à la *liberté de parole,* à la *liberté de conscience* dans tout le travail préparatoire, précédant la prorogation des lois, c'est attaquer les *vraies libertés nécessaires* d'un *pays libre !*

Nous retrouverons du reste dans les collectivités humaines, les mêmes situations que pour chaque individu pris isolément :

La *mémoire :* Ce sont les actes et les archives du Conseil gardés précieusement.

La *logique* et l'*intelligence :* On choisit généralement des hommes intelligents pour députés (à moins qu'on ne fasse quelquefois juste le contraire ! oh ! la politique ! !....)

Les *goûts !* les *désirs !* Le but du parti ! l'intérêt de la nation, « jamais l'intérêt particulier » (on entend souvent cela aux tribunes !).

Le *pouvoir musculaire !* Un gouvernement à toute épreuve, une administration modèle, solide, sûre, abstinente, prête à tous les sacrifices et les dévouements ! ! !

Une armée même et un *sabre* qui, à l'instar de celui du pompier célèbre, « sort du fourreau pour défendre

les institutions nationales ou pour les combattre au besoin ! »

Le conseil a *conscience* de son existence et de sa dignité et, au dire des meneurs d'hommes les plus remarquables du siècle, il possède même *deux morales !*

Une aurait suffit !

Il paraît qu'elle est trop gênante en politique et qu'on s'en tient une autre de rechange dans les cas où quelque belle vilenie est obligatoire !

La charge du remords, se divise par le nombre de têtes d'un conseil, c'est l'explication de la seconde morale qui n'est que l'application des troisième et quatrième décimales à l'unité du remords pur !

Un seul député ne prendrait jamais sur lui l'expulsion brutale des sœurs de charité hors de l'hôpital ; blâmé par la conscience, flétri par le cri d'angoisse des malades, attendri lui-même par les larmes silencieuses et dignes de ces héroïnes du devoir, sortant tête haute de la maison des douleurs, il n'oserait jamais, jamais, signer un tel arrêt !

Cinq cents députés se partagent cette vilaine besogne ! Réunis, ces hommes deviennent des loups !

Oh ! la politique ! !.....

Parfois aussi, le patriotisme s'exalte par la réunion d'hommes attachés à leur pays et l'on assiste dans l'histoire à des pages superbes où chacun joute à l'envi de désintéressement, de courage et d'abnégation.

Citons au hasard dans les Annales Suisses, la diète de Stanz.....

Un fait historique admirable se lit dans les archives de Soleure.

C'était au milieu du quatorzième siècle, la ville était assiégée par l'Empereur Léopold d'Autriche.

Les Soleurois faisaient une énergique défense.

Cernés par les assiégeants, le ravitaillement était devenu impossible, les vivres s'épuisaient et les privations de toutes sortes fondirent sur la population mise aux abois.

Le triste cortège de tous les malheurs qui font suite au fléau de la guerre, n'épargna pas cette poignée d'hommes héroïques qui se battaient courageusement pour leur indépendance.

Vaillamment ils supportèrent ces souffrances, plus dures, plus cruelles encore lorsque le soir ils voyaient leurs femmes et leurs enfants dans la ville manquer de nourriture et menacés de périr de faim.

Le siège continuait, la population toute entière, réduite aux derniers expédients pour soutenir la lutte quelques jours encore, donnait des signes de découragement; on sentait que la place allait succomber sous l'action combinée des privations et de la force de l'ennemi!

Horreurs de la guerre, fléaux maudits qui portez les douleurs et les souffrances comme une bannière de gloire au-dessus des bataillons de l'humanité stupide, vous êtes l'expression vraie de cette période agitée du moyen âge!

Mais à côté de la brute, de cette bestialité monstrueuse qui fait de l'homme un fauve, du soldat un assassin, du patriote un bourreau de justice, nous entendons soudain la charité qui plane dans cette atmosphère de sang et de carnage et fait entendre sa voix écoutée et suivie :

Voyez plutôt !

La pluie tombe du ciel à torrents, les rivières débordent, l'Aar sort de son lit et submerge la contrée.

La crue est subite, elle enserre en quelques heures la ville et le camp des ennemis !

Partout l'eau monte, coupe les routes, barre le passage, le courant enlève les ponts et monte encore, envahissant à son tour et par derrière les troupes prises à l'improviste.

D'assaillants qu'ils étaient, ils deviennent assaillis !

C'est l'eau, l'eau noire et boueuse qui les enserre de plus en plus et se charge de la défense de la ville !

Depuis les remparts, dès la pointe du jour, les Soleurois voient la plaine inondée.

Ils entendent ces cris de détresse poussés par des centaines de voix !

L'ennemi va périr ; d'un côté les remparts toujours debout, de l'autre l'eau mouvante, exaspérée, qui s'élève comme une muraille affamée de vies humaines !

Quel spectacle pour le brave défenseur de sa patrie qui voyait déjà les fourches Caudines devant lui !

La charité lui crie : Sauve-les ! sauve-les.....

Chacun entend la voix du cœur, sublime et belle dans tous les temps de l'histoire :

Ce n'est pas la guerre ceci, c'est un malheur dû aux fatalités de la nature.

Les lois de la guerre interdisent certaines armes, certaines ruses, les procédés de l'honneur prennent le pas sur les finesses et les stratagèmes.

Les Soleurois touchés de compassion pour leurs

ennemis, ouvrent les portes de la ville, mettent des radeaux à l'eau et vont chercher et secourir ceux qui les auraient massacrés le lendemain, sans cette providentielle intervention !

Les Soleurois, comme mus par un grand souffle de compassion, ont sauvé leurs ennemis !

Une bannière, offerte par l'Empereur Léopold a commémoré ce fait unique dans l'histoire de la guerre.

Nous avons là un type de dévouement collectif.

On pourrait l'appeler la suggestion en masse par le beau, dans le domaine moral.

Les assemblées d'hommes font même quelquefois également des actes d'héroïsme !

Les soldats et leurs chefs deviennent sous l'empire de sentiments généreux des troupes de héros.

Rappelons la bataille de St-Jacques, les Suisses le 10 Août à Paris, la garde commandée par Cambronne à Waterloo, enfin la charge des grenadiers à Wörth !

Ah ! les braves gens ! cria l'Empereur d'Allemagne témoin de cet élan devenu légendaire, dénommé depuis *la course à la mort !*

Ainsi les collectivités humaines, délibérant en conseil sur des décisions à prendre, nous donnent une reproduction fidèle et parfaitement exacte de toutes les conditions formulées en physique expérimentale pour permettre à la *liberté* de se manifester dans son essence même et avec tous ses attributs.

Les hommes sont victimes dans leurs assemblées de toutes les erreurs qui assaillent les individus ; ils ont les mouvements instinctifs, les premiers mouvements et les habitudes dites parlementaires !

Quelquefois ils font de la bonne et utile besogne, bien conçue et bien exécutée !

La *liberté collective* est le fruit de la civilisation normale, se développant lentement au travers de tous les méandres des secousses politiques et sociales.

CHAPITRE XXVII

CONCLUSIONS

Nous voici parvenu à la fin de cette recherche sur les *causes des mouvements* observés dans la nature.

Nous avons commencé par suivre pas à pas les *choses* qui se meuvent. En les dénombrant, progressivement leur nombre s'est éclairci, simplifié et en fin de compte nous avons reconnu que *deux seules matières* existent, la *matière pondérable,* et l'*éther*.

Pour l'*éther* nous n'avons pu établir son existence comme entité réelle qu'à force d'arguments, jouant le rôle de *microscopes des fonctions musculaires*.

Nos muscles, juges souverains en fait d'*inertie,* se refusent à rencontrer l'éther, ils n'entrent jamais en conflit direct, sensible, avec ce fluide.

L'état civil de l'éther présente donc une lacune considérable.

Malgré cela les inductions, les observations nombreuses de tous les phénomènes cosmiques ne peuvent

recevoir d'interprétation satisfaisante sans cet intermédiaire encore mystérieux.

La critique raisonnée de la physique expérimentale nous le fait admettre comme une *entité réelle,* à inertie très faible, trop faible pour être perçue.

C'est une foi rationnelle en une matière spéciale vue par les yeux et les muscles de la raison pure. C'est l'équivalence à un *dogme scientifique.*

Une fois les *entités réelles* admises avec toutes les critiques scientifiques suffisantes pour que les termes employés ne puissent prêter le flanc à aucune équivoque, nous avons recherché les *causes du mouvement* ou les *entités rationnelles.*

Pourquoi les *choses* se mettent-elles en mouvement?

Nous avons successivement reconnu des causes de plus en plus complexes.

Dans la matière inorganique, nous avons trouvé comme cause du mouvement, le *mouvement antérieur* d'autres corps qui, par *le choc,* heurtent la matière placée sur son chemin.

Cette matière recevant une *impulsion* se déplace à son tour et devient elle-même une cause de mouvement pour les objets qu'elle frappera.

Cette cause de mouvement, entité rationnelle, est ce que nous appelons la *force vive,* ou l'*énergie actuelle.*

En continuant l'étude des causes du mouvement nous avons dû admettre l'*attraction de la matière pour la matière,* ou *gravitation.*

C'est par cette force que toute l'*astronomie,* la *physique* et la *chimie* s'expliquent.

Ces sciences sont devenues autant de chapitres de la

grande mécanique rationnelle, comprenant l'étude totale des *mouvements de la matière morte.*

La discussion expérimentale et théorique des phénomènes dus à la gravitation, cohésion, affinité, expressions variées de la même cause en fonction des distances des corps, nous a conduit par des raisonnements complets et syllogistiques à admettre le *potentiel.*

L'acceptation du potentiel comme *entité logique* nécessaire, donne à la *Force* une valeur scientifique, *égale* à celle de la *matière pondérable.*

L'examen critique de cette partie difficile de la physique générale, démontre que les attractions s'exercent *sans l'intermédiaire du milieu actif où les corps sont placés.*

La transformation du *potentiel* en *force vive actuelle* est donc la création actuelle d'une certaine quantité d'énergie *sans équivalence connue antérieure.*

Le potentiel étant un réservoir dont la capacité nous est totalement cachée, nous ne pouvons fixer en aucune façon les *limites* de cette transformation de potentiel en *force vive.*

Nous savons simplement, que la force vive redevient du potentiel, si l'on fait *machine en arrière* dans les conditions identiques à celles du départ.

Si les conditions du *retour* à la position primitive sont changées, il devient impossible de *chiffrer* la valeur du potentiel utilisé, à moins de connaître la somme totale de tous les intermédiaires qu'il faudrait franchir encore pour regagner la situation première.

Le *potentiel* est donc une *entité logique* qui nous force d'admettre un *réservoir d'énergies inconnues,*

lesquelles peuvent agir sur la *matière pondérable* pour provoquer des mouvements *n'ayant pas d'antécédents mécaniques connus, ni observables.*

Nous assistons à la *création* de la *force vive.*

Cette conception des phénomènes mécaniques nous met en rapport avec les *causes premières.*

Le *monde des esprits,* la *force créatrice,* le *primus* sont autant de noms que l'on peut donner au *potentiel.*

La *théorie matérialiste pure* qui a pour objet de tout expliquer par la *force vive actuelle,* se transformant sous tous les modes, par les variations dans le mouvement des particules matérielles et leur direction, *succombe* dès qu'on admet le *potentiel.*

La physique expérimentale a consacré définitivement le *potentiel.*

Tous les physiciens modernes l'enseignent dans toutes les universités du monde.

LA THÉORIE MATÉRIALISTE PURE EST MORTE !

En passant ensuite à la *biologie* nous voyons apparaître une nouvelle *force,* qui est liée à l'*organisation morphologique des êtres vivants.*

Le *potentiel fonctionnel* est l'entité logique de tous les phénomènes de la vie végétative.

Nous ne nous expliquons en aucune façon comment il opère, nous constatons simplement un fait général dans l'univers.

Les phénomènes de la *vie* ne se passent que dans de certains milieux à *structure spéciale,* cellules, tissus, organes, individus, espèces, races, etc., etc.

La vie végétative est un *potentiel* identique dans son

essence au potentiel de la gravitation, de la pesanteur ou de l'affinité.

Les grands froids qui suppriment tous les phénomènes *vitaux actuels,* qui amènent la *mort* dans un organisme vivant, ne détruisent pas le potentiel de vie, si les organismes n'ont pas été lésés organiquement.

Le *potentiel fonctionnel* est donc une *loi constante* dans la Nature.

En continuant l'étude des mouvements et des entités logiques qui les déterminent, nous avons passé de la *nature vivante végétative* au sommet de l'échelle des êtres, à l'*homme,* pour rechercher si un principe de *liberté* existe, *oui* ou *non,* dans la détermination de ses actes.

Nous avons laissé de côté les animaux, car aucun ne peut nous donner les *réponses immédiates* nécessaires à notre étude.

Tout ce que nous disons de l'homme, conscient de ce qui se passe en lui, peut, par induction justifiée, s'appliquer ensuite dans de certaines limites aux animaux, mais cette partie-là n'est point nécessaire à notre étude.

Nous avons été amené à voir l'effet, dans les mouvements observés chez l'homme, du *potentiel fonctionnel,* puis du *potentiel intellectuel.*

Ce *potentiel intellectuel* ne produit pas de *kilogrammètre directement,* mais il permet au *potentiel fonctionnel* de donner des effets kilogrammétriques par l'intermédiaire des muscles, dans des proportions si variables, si colossalement différentes qu'on sent de suite que c'est lui qui commande toute l'économie de la vie chez l'homme.

Une *bonne disposition* des énergies peut centupler leur puissance.

La *logique* aidée de la *mémoire* est la base du *potentiel fonctionnel, intelligent !*

Le *cerveau de l'homme* est la disposition organique nécessaire pour permettre à ces potentiels de se transformer en *force vive actuelle.*

Mens sana in corpore sano !

Il semble donc qu'on retombe sur le *fatalisme,* si la structure du cerveau est le *modus operandi* de la transformation des potentiels fonctionnel et intellectuel en force vive observable par les mouvements musculaires.

Nous avons examiné avec toute l'attention voulue cette grave question.

En analysant les conditions de la vie intellectuelle et physiologique de l'*homme,* nous avons commencé par fixer ses attributs psychiques nécessaires à sa définition d'*homme normal.*

Cette analyse nous a conduit directement à définir d'une façon aussi précise que possible ce que serait un *homme libre,* afin de comparer l'homme libre, construit libre synthétiquement, avec l'*homo vulgaris* tel que nous sommes.

C'est cette comparaison qui prouve jusqu'à l'évidence que nous sommes réellement *libres,* qu'il y a en nous un principe de mouvement dont la direction reste en nos mains et se détermine par l'emploi rationnel de la *liberté.*

Cette liberté est tellement sentie, acceptée et reconnue par tous les hommes que l'ensemble des mou-

vements observés, dépendant du libre choix constitue le *domaine moral* dont le *langage* est l'écho constant dans tous les pays du monde.

Nous avons construit un capitaine de vaisseau absolument *libre,* libre de naissance, et nous l'avons fait parler comme un homme d'*action.*

En physique expérimentale on ne voit et n'observe que des mouvements; donc les *actes* issus d'une détermination libre, sont les seuls témoins visibles des manifestations profondes des volitions intellectuelles.

En précisant leurs entités rationnelles, donc les causes qui les ont provoqués, nous avons constaté que **la liberté opère sans porter aucun préjudice à aucune loi enseignée en physique expérimentale.**

La *liberté* n'est nullement une offense au principe de la conservation de l'énergie, sainement appliqué selon les lois de la mécanique.

La *liberté* ne crée rien en fait de kilogrammètres.

Les mouvements musculaires sous la domination de notre volonté, s'exécutent avec les rigoureuses nécessités du *déterminisme* fonctionnel de nos organes, mais la *liberté* demeure intacte nullement touchée par les considérations qui s'adressent aux actes de la *volonté* qui a décrété le mouvement!

C'est parce qu'on a mal défini la *liberté,* qu'on l'a niée sans la connaître, qu'on l'a affirmée sans savoir davantage la portée des termes employés, qu'on a laissé le débat se prolonger dans des luttes vides et sans issue.

Nous pensons qu'en définissant la *liberté* par l'examen consciencieux de toutes les conditions qui la rendent

compréhensible, qui permettent d'assister à la genèse de ses manifestations en physique expérimentale, c'est-à-dire dans les mouvements conscients et voulus, nous avons échappé au danger des définitions incomplètes ou diffuses.

En créant de toutes pièces l'*homme libre synthétique* et en le comparant à l'*homme,* nous avons suivi la méthode scientifique et ses préceptes.

On n'a pas le droit de dire :

« *Nous ne sommes pas libres* »

si nous ne savons pas exactement ce que nous ne sommes pas !

Or il se fait que cette création logique de l'homme libre nous donne une maquette identique à nous-mêmes.

Impossible de trouver la plus légère différence.

Les limites de la liberté sont les limites du *secteur disponible* de nos actes.

Nous avons tous une *conscience exacte* de ce *secteur disponible,* nous le voyons par notre intelligence, notre cœur, notre conscience, comme notre œil voit les couleurs et les tableaux qui se dessinent sur la rétine.

Un gymnaste a la mesure très exacte de la largeur du fossé qu'il peut encore franchir d'un bond ; c'est la limite de son secteur pour les muscles des jambes !

L'homme sollicité par les passions doit voir aussi la hauteur de la barrière qui le retient, s'il veut rester d'accord avec les sains principes de l'esthétique du bien.

La *liberté,* définie par la physique expérimentale ne rencontre ainsi aucune opposition dans les lois de la nature, elle en est la conséquence logique, nécessaire.

Avec la conscience de notre propre existence, et des

attributs intellectuels et moraux attachés à notre individu, nous sentons le *monde moral* s'ouvrir devant la vie comme un domaine *aussi certain* que la mécanique rationnelle !

Convaincu de posséder son *potentiel intellectuel,* pouvant régler la direction du *potentiel musculaire,* l'homme prend la conscience exacte de sa *valeur !*

Il n'y a pas là de l'*orgueil*, il y a le *droit à la vie !* Nous pouvons, la tête haute, regarder le monde, l'univers, comme étant nous-mêmes une *force,* reflet affaibli de la *Divinité !*

Pouvant *créer du mouvement* par le potentiel que nous possédons, nous sentons notre *responsabilité !*

Puissance de conception, puissance de prophétie, puissance de liberté, pour *choisir dans l'avenir* les conséquences les *meilleures,* l'homme agit comme un *Dieu* dans son *secteur disponible !*

Si ce secteur s'agrandissait progressivement dans toutes les directions, logique parfaite, mémoire parfaite, puissance d'action absolue, esthétique divine, toute science, l'homme serait semblable au *Créateur* dans la forme la plus élevée que nous puissions concevoir !

Hélas, notre secteur disponible est si restreint que l'humilité nécessaire ternit bien vite le sublime de nos aspirations les plus transcendantes, mais il reste toute la place pour l'*activité intelligente* et *honnête !*

Allons, jeune homme, *au travail !* allons, *du courage !* vous avez confiance en vous, vous êtes quelqu'un ! vous êtes libre et vivant !

En mettant toute votre activité à satisfaire votre envie de savoir, en questionnant la Nature, vous devien-

drez de plus en plus un homme, et un homme actif, dévoué, heureux ; oh ! oui heureux, car vous rendrez vous et les vôtres heureux de vivre, joyeux de voir l'activité intelligente, bonne et charitable apporter dans la famille, le pays, la patrie, tout son cortège d'inestimables bienfaits !

En travaillant conscient de votre libre-arbitre, certain de votre liberté et de votre responsabilité, vous serez un ami fidèle, un bon père de famille, un bon citoyen.

RAOUL PICTET.

CONTRIBUTION DE L'ASTRONOMIE

A LA SOLUTION D'UN

PROBLÈME DE PHYSIQUE MOLÉCULAIRE

CONTRIBUTION DE L'ASTRONOMIE

A LA SOLUTION D'UN

PROBLÈME DE PHYSIQUE MOLÉCULAIRE

Paris, le 16 décembre 1881.

A M. J.-B. DUMAS

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES[1]

Monsieur et cher Maître,

L'ACCUEIL bienveillant que vous avez bien voulu me faire, m'engage à fixer par écrit les points principaux de notre entretien de dimanche passé. Je vous remercie infiniment du concours que vous m'avez offert pour m'aider à réaliser la partie expérimentale du but scientifique que je poursuis et que je vais exposer dans les lignes suivantes.

L'étude synthétique des phénomènes thermochimiques, des lois de la thermodynamique et des expériences se rapportant à ces chapitres des sciences physiques, nous ont amené à considérer la *température*

[1] Nous reproduisons ici la lettre de M. Raoul Pictet à M. Dumas, en la faisant suivre d'un mémoire original de MM. Raoul Pictet et Gustave Cellérier sur le même sujet. *(Réd.)*

d'un corps comme étant l'*amplitude moyenne* des oscillations vibratoires des molécules constituant ce corps.

Cette définition, prise comme point de départ, permet d'expliquer et de déduire toutes les lois essentielles de la Théorie mécanique de la chaleur. On en dégage aisément la loi de Dulong et Petit, la loi de l'isomorphisme dans les systèmes de cristallisation, les rapports qui unissent les coefficients de dilatation de tous les corps avec leur poids atomique, leur température de fusion et leur densité, etc.

Les tensions maxima se calculent d'avance avec toute exactitude, enfin les deux grands principes mécaniques de la chaleur en sont une conséquence immédiate et forcée.

J'ai donc tout lieu de croire que cette définition sera adoptée puisqu'elle satisfait aussi bien à la condition d'intégrabilité de l'équation différentielle du mouvement (fonction S de Zeuner) qu'à la définition tirée du thermomètre à air ou à mercure (définition de Regnault).

Dans ce cas, qu'est-ce que la *chaleur spécifique* d'un corps ?

La chaleur spécifique devient la manifestation unique de l'*attraction* des molécules les unes pour les autres.

En effet, si l'on multiplie l'*espace parcouru* (température) par la *force moléculaire* (chaleur spécifique) on obtient la chaleur totale ou quantité de travail absolu que contient le corps.

Ici se place, par conséquent, une question impor-

tante et qui n'est nullement secondaire, ainsi qu'on l'a dit souvent :

L'attraction de la matière par la matière est-elle une propriété fondamentale, essentielle de la matière, ou n'est-elle que le résultat de l'action dynamique du milieu dans lequel la matière se trouve?

En d'autres termes, peut-on dire que, sans qu'il soit possible de l'expliquer, la matière attire la matière sans l'intermédiaire actif du milieu, ou bien : l'attraction comme *force* n'existe pas, elle n'est que la manifestation des chocs de l'éther qui tendent à rapprocher les corps suivant la loi newtonienne.

Dans le premier cas, on admet le *potentiel attractif* de la matière comme un capital primitif placé dans chaque élément matériel, capital qui ne s'épuise que par le rapprochement absolu de toute la matière existante dans l'univers. Dans le second cas, ce potentiel est nul, et l'on admet qu'une certaine quantité de force vive a été communiquée à l'origine des temps à la masse de l'univers, quantité de force vive qui fatalement se transforme sous mille combinaisons différentes dans tous les phénomènes physico-chimiques et astronomiques de la nature.

Dans le premier cas,

$$\tfrac{1}{2}\, mv^2 + \textit{le potentiel est constant.}$$

Dans le second cas,

$$\tfrac{1}{2}\, mv^2 \textit{ seul est constant.}$$

La solution de cette importante question est nécessaire pour établir d'une façon un peu nette les théories physiques et pour trouver les rapports intimes qui existent entre les divers éléments des corps.

Dans l'hypothèse où l'*attraction* est une propriété essentielle de la matière, nous l'assimilerons à l'*inertie:* ainsi, un corps quelconque posséderait comme caractères primordiaux une certaine quantité d'inertie, sans laquelle nous n'arriverions jamais à être mis en contact avec lui, ni à le connaître, et une certaine quantité d'*attraction* qui serait la manifestation de son influence propre sur le reste de l'univers.

Telles seraient les conditions d'existence de la matière. Dans l'hypothèse où

$$\frac{1}{2}\ mv^2$$ seul est constant, l'*inertie* et le *mouvement* sont les propriétés fondamentales de la matière.

Les *chocs* sont les moyens de transformation des différents modes de mouvement.

Prenons donc un corps quelconque et chauffons-le.

Si nous sommes partisans de la première hypothèse, celle du *potentiel,* nous devons nous attendre à trouver des rapports simples entre l'*inertie du corps considéré,* entre l'*attraction des molécules* les unes pour les autres, et entre l'*augmentation du volume du corps,* le tout associé à la quantité de travail mécanique fourni au corps sous forme de chaleur.

Les *chaleurs spécifiques,* les *chaleurs latentes* seront donc des fonctions du *poids atomique* ou *inertie* du corps et la *dissociation* qui se traduit par la *fusion* et la *volatilisation* se déduira de l'étude du corps sous ces deux points de vue : *masses* mises en mouvement, et *potentiel* de ces masses.

Si nous sommes partisans de la seconde hypothèse, en admettant que

$\frac{1}{2}\ mv^2$ est constant,

nous sommes obligés absolument de considérer le *volume* des corps, c'est-à-dire la surface extérieure de la plus petite quantité de matière.

En effet, les *chocs* seuls expliquent les phénomènes. Mais qui dit *choc* dit *surface* où se passe le choc.

Plus cette surface sera grande, plus le nombre des chocs de l'éther sera considérable, plus la réaction de la matière sera forte.

Nous devons donc nous attendre, dans cette seconde hypothèse, à trouver des rapports simples entre le volume des atomes et des molécules, c'est-à-dire entre les coefficients qui représentent la densité des corps, le nombre d'atomes et le poids atomique et les chaleurs spécifiques, les chaleurs latentes et les tensions maxima.

En d'autres termes, dans la première hypothèse, la physique moléculaire s'appuiera essentiellement sur le *poids atomique,* qui, en vertu de la chute des corps, représente simultanément l'idée de l'*inertie* et celle de l'*attraction,* propriétés essentielles ; dans la seconde hypothèse, les phénomènes physico-chimiques se déduisent surtout du *volume* des atomes et du *milieu* dans lequel se passent les phénomènes étudiés.

Le *milieu* devenant *actif,* une variation du milieu entraînera dans les phénomènes d'attraction, des variations concomitantes tout à fait indépendantes de la matière elle-même.

Les *chaleurs spécifiques* et les *chaleurs latentes* peuvent donc être des éléments variables dans une même substance et à *une même température* sous la même

pression, suivant l'*énergie mécanique du milieu* où se passent les phénomènes.

Ainsi toute la physique moléculaire est intimement liée à la solution de cette question théorique.

Nous avons cherché une méthode expérimentale capable de porter quelque jour sur ce problème.

Sans entrer dans des détails trop minutieux, nous allons exposer le plan de ce travail.

On peut admettre, je crois, que le système solaire est à peu près indépendant, mécaniquement parlant, du reste de l'univers, c'est-à-dire qu'aucun mouvement, relativement au centre de gravité de ce système, n'est produit dans nos planètes par la perturbation des autres systèmes qui nous entourent.

Nous pouvons donc appeler M la masse du système solaire total.

Cette masse se décompose en m, $m,'$ m'', ... masses respectives du Soleil, Vénus, Terre, Jupiter, etc., et μ masse de l'éther dont la densité est fonction de la vitesse de propagation de la lumière et de la chaleur, ainsi que des longueurs d'onde.

En multipliant toutes ces masses par le carré de la vitesse absolue de chaque particule relativement au centre de gravité du système solaire on obtient le facteur

$$\tfrac{1}{2}\,Mv^2 = \text{force vive totale du système solaire.}$$

Cette force vive constante (si l'on admet la seconde hypothèse où

$$\tfrac{1}{2}\,mv^2$$

est constant) ne se répartit pas dans tout le système solaire d'une manière régulière et fixe.

Tantôt une planète, comme Jupiter, se trouve à l'extrémité du grand axe de son ellipse et marche plus lentement, tantôt au contraire, sa vitesse s'accélère et passe par le maximum à une autre position de son orbite.

A la même minute toutes les planètes tournent autour du soleil, les unes avec leur vitesse maxima, d'autres avec des vitesses minima, d'autres enfin avec des vitesses intermédiaires.

Nous pouvons faire la *somme* de toutes ces forces vives de l'ensemble du système solaire et différentier l'équation totale par rapport au temps.

Les *variations* ainsi obtenues *pour chaque heure* élimineront naturellement toutes les *quantités de force vive constantes* représentées par la rotation des astres sur eux-mêmes; elles ne montreront que l'accroissement ou la diminution de l'ensemble des forces vives variables du système.

On pourra aisément tracer une courbe de ces variations calculées par les éphémérides des principales planètes.

Jupiter jouera dans ce calcul le rôle prépondérant.

En considérant toujours la seconde hypothèse, où l'attraction n'est que le résultat des chocs, il est bien évident que l'attraction manifestée par chaque planète, pour les corps qui sont à sa surface, sera l'écho de la force vive disponible sur cette planète.

Cette force vive sera variable suivant le jour et l'heure de l'observation.

En effet, la force vive du système solaire *étant fixe et constante,* si les planètes, un certain jour, absorbent

dans leur propre masse une quantité maximum de force vive, la *cause de la pesanteur sur la Terre* sera diminuée de tout l'excès qui s'est accumulé dans ces corps en mouvement, et l'*accélération g* passera par un *minimum*.

Au contraire, lorsque quelques années plus tard, l'ensemble des planètes donnera un total de force vive minimum pour leurs masses en mouvement, la valeur de *g*, pour les mêmes raisons, devra passer par un *maximum*.

On comprend aisément que la valeur de l'attraction terrestre ne peut pas rester constante si la force vive disponible varie en fonction du temps et de la position respective des autres planètes.

Or, on peut calculer la masse totale M du système, les masses partielles et leurs vitesses variables; on trouve pour ces variations des *valeurs considérables;* donc, si l'on enregistre soigneusement les valeurs de *g* obtenues directement pendant des observations qui doivent durer au minimum plusieurs années, et si l'on trace une courbe des valeurs de *g* ainsi obtenues, on doit constater la coïncidence suivante :

La courbe des variations de la force vive totale des planètes doit être inverse de la courbe des valeurs de g rapportées au même temps.

Les écarts dans les maxima et les minima des deux courbes, pris sur une même ordonnée, donneront la vitesse de propagation de la force vive dans l'éther du système solaire.

Ces conclusions sont rigoureuses dans le cas où l'hypothèse :

$$\tfrac{1}{2}\, mv^2 = \text{constante}$$

est d'accord avec la nature.

Dans le cas, au contraire, où l'*attraction* est une propriété essentielle de la matière, et où l'on a :

$$\tfrac{1}{2}\, mv^2 + \text{le potentiel} = \text{constante},$$

on devra trouver pour *g une constante,* puisque *g* est la manifestation unique d'un potentiel constant, étant donné que la masse de la Terre est constante durant le cours des observations de *g*.

Il faudra donc tenir compte des perturbations de la lune pour la mesure de *g,* ainsi que de celles du soleil, puis vérifier si, ces corrections faites, *g* est constant.

Je crois que cette méthode expérimentale est l'unique moyen que l'on possède pour diagnostiquer avec certitude sur les propriétés essentielles de la matière et décider entre ces deux grandes théories, qui sont toutes les deux défendues par des hommes d'un mérite incontestable.

Quant à la mesure de *g,* il y a plusieurs procédés opératoires, et il serait indispensable, avant de commencer des observations, de discuter analytiquement les avantages de chacun d'eux et les modes d'inscription des valeurs obtenues.

Les moyens optiques d'enregistrement, les actions mécaniques associées au mouvement des pendules et le genre de pendules seront autant de sujets importants de discussion dans le cas où l'on serait d'avis de donner suite à ces recherches, que je considère comme bien utiles pour asseoir définitivement les théories physiques.

Voilà, cher Maître, une bien longue lettre ; mais je tenais à vous exposer le but que je poursuis dans ses traits généraux, bien heureux si des expériences suivies peuvent être entreprises sous vos bienveillants auspices.

Veuillez, je vous prie, cher Maître, agréer l'expression de ma reconnaissance et de mon entier dévouement.

RAOUL PICTET

ÉTUDE

DES

VARIATIONS DE LA FORCE VIVE

DU SYSTÈME SOLAIRE

ÉTUDE
DES
VARIATIONS DE LA FORCE VIVE
DU SYSTÈME SOLAIRE

PAR
MM. Raoul PICTET et Gustave CELLÉRIER

PREMIÈRE APPROXIMATION

Dans l'article qui précède[1], l'un de nous a exposé l'ensemble des considérations qui nous ont amenés à comparer les variations de la force vive du système solaire avec des mesures très exactes de la valeur de g (mesure de la pesanteur) faites pendant la même période de temps et rapportées aux mêmes dates.

En juxtaposant par les méthodes graphiques la courbe des variations de la force vive de tout notre système planétaire et celle trouvée pour les valeurs de g on en peut détacher une conclusion sur les propriétés essentielles et fondamentales de la matière, à savoir si l'*attrac-*

[1] Contribution de l'Astronomie à la solution d'un Problème de Physique moléculaire (voir plus haut, p. 455).

tion de la matière pour la matière est dépendante ou indépendante de l'influence du milieu dans lequel la matière se trouve.

Cette solution domine toute la physique moléculaire.

Sans revenir sur les arguments déjà présentés, nous désirons exposer ici comment on peut procéder pour évaluer les variations de la force vive du système solaire, puis nous passerons au calcul numérique en nous bornant toutefois à une première approximation, laissant à des hommes spéciaux le calcul général et définitif.

Notre système solaire se compose d'un groupe de corps pondérables lancés dans l'espace et gravitant autour d'un centre de gravité considéré comme fixe ou comme animé d'un mouvement parfaitement uniforme durant le cours de nos observations.

Chacun de ces corps célestes (soleil et planètes) réagit par la *gravitation* sur tous les autres corps de notre système solaire et sur la masse de l'éther dans lequel ils sont tous baignés.

De ce fait il résulte que le mouvement de chaque planète est exprimé par une équation dans laquelle figurent toutes les forces d'attraction ainsi que leurs variations combinées en raison des distances réciproques de tous les centres de force et des masses attirantes.

Il y a donc autant d'équations élémentaires qu'il y a de planètes pour déterminer d'une manière rigoureuse le mouvement absolu de chaque corps céleste.

En rapportant toutes ces équations élémentaires au même temps, on en pourra tracer la courbe en prenant

les temps comme abscisses et les ordonnées comme force vive.

La *somme* de toutes les ordonnées partielles représentera l'*intégrale* totale de la force vive du système solaire dans son ensemble, pour une certaine heure, minute et seconde du temps.

Mais ce que nous cherchons c'est la courbe des *variations,* car ce ne sont que les variations de la force vive totale du système solaire qui peuvent influer sur la pesanteur terrestre dans le cas où la gravitation serait le résultat dynamique de l'action du milieu où se meut la matière.

La variation de la force vive totale du système solaire s'obtiendra par la courbe générale, construite comme nous venons de l'exposer, *en retranchant toutes les constantes.*

Les forces vives constantes, fixes, invariables, ne peuvent en aucun cas modifier l'état dynamique du milieu où elles se trouvent et doivent par ce fait être éliminées.

La dérivée de l'équation générale nous amène au but et permet de suivre minute par minute les changements survenus dans la force vive totale du système solaire.

Comme on le voit, le calcul est considérable, surtout si l'on veut tenir compte des perturbations secondaires.

Nous avons voulu faire une première étude de ce problème, nous bornant à une approximation suffisante pour établir les valeurs numériques correspondant aux variations extrêmes de la force vive de notre système planétaire pendant une période de 37 ans environ.

Nous ne considérons dans ce travail que les huit planètes principales et le soleil lui-même.

Nous laisserons de côté les perturbations.

Enfin, nous nous bornerons aux valeurs limites positives et négatives comprises entre le 1er janvier 1882 et le 1er janvier 1919.

Le calcul ramené à cette simplicité peut se traiter d'une manière élémentaire.

Soit :

$$\frac{kmm'}{r^2}$$

l'attraction de deux masses m et m' à la distance r l'une de l'autre.

Nous appellerons M la masse du soleil.

On sait que la variation de *force vive* F des masses m et m' s'exprime par :

$$\Delta F = \Delta \frac{kmm'}{r}$$

En représentant l'ensemble des planètes par

$$\Sigma m$$

la variation de la force vive du système solaire sera exprimée par :

$$\Delta F = k M \Delta \Sigma \frac{m}{r}$$

Appelons $2a$ le grand axe de l'orbite d'une planète et e son excentricité.

a est la valeur moyenne de r.

Pour avoir une valeur moyenne approchée de F à laquelle on puisse comparer les écarts ΔF on assimilera le mouvement d'une planète à un mouvement circulaire et l'on posera l'équation de la force centrifuge :

$$\frac{mv^2}{a} = \frac{kmM}{a^2}$$

qui se transforme en :

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kmM}{2a}$$

la valeur F moyenne sera F_o donnée par :

$$F_o = \frac{kM}{2} \Sigma \frac{m}{a}$$

de sorte que l'on a :

$$\frac{\Delta F}{F_o} = 2 \frac{\Delta \Sigma \frac{m}{r}}{\Sigma \frac{m}{a}}$$

Pour faciliter le calcul numérique et obtenir une expression commode pour une époque quelconque, remarquons que :

$$\frac{r-a}{a}$$

est une quantité faible dont nous pouvons négliger le carré sans grande erreur.

Posons :

$$r-a = \Delta r$$

On obtient :

$$\Delta \frac{1}{r} = -\frac{\Delta r}{a^2}$$

Nous utiliserons l'équation de l'ellipse. Elle est en coordonnées polaires :

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1 + e \cos \Theta}$$

Θ est l'angle du rayon vecteur,

d'où

$$\Delta r = \frac{-ae^2 - ae\cos\Theta}{1 + e\cos\Theta}$$

En négligeant le carré de e quantité petite.

$$\Delta r = -ae\cos\Theta$$

Enfin, revenant à notre équation précédente :

$$\Delta\frac{1}{r} = \frac{e\cos\Theta}{a}$$

Ainsi pour la variation totale de F on a l'expression :

$$\frac{\Delta F}{F_0} = \frac{2\Sigma\frac{me}{a}\cos\Theta}{\Sigma\frac{m}{a}}$$

Telle est l'équation fondamentale qui sert à déterminer les variations relatives de la force vive du système planétaire si l'on se borne, comme nous avons l'intention de le faire, à une *première approximation*.

Prenons maintenant les huit planètes : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

Nous avons les éléments suivants :

Pour la terre $m = 1$ $a = 1$

PLANÈTES	m	a	e	$\frac{m}{a}$	$\frac{me}{a}$
Mercure.....	0,075	0,3871	0,20560	0,194	0,040
Vénus.....	0,787	0,7233	0.006843	1,09	0,0075
Terre.....	1	1	0,01677	1,00	0.0168
Mars.....	0,109	1,5237	0,09326	0,071	0,0066
Jupiter.....	309,028	5,2028	0,04824	59,40	2,865
Saturne.....	92,391	9,5389	0,05600	9,686	0,5124
Uranus.....	15,771	19,1826	0,04658	0,822	0,0384
Neptune.....	18,542	30,0370	0,00872	0,618	0,0054
				$\Sigma\frac{m}{a} = 72.881$	

Les valeurs de

$$\frac{m}{a}$$

tirées du tableau précédent nous montrent que l'influence de Vénus, Mars et Neptune sur la variation de la force vive F *est négligeable.*

Nous voyons également que celles de Mercure, de la Terre et d'Uranus *sont faibles.*

Par contre l'influence de Jupiter et de Saturne *est considérable,* ces planètes jouent un rôle prépondérant.

On a d'ailleurs :

$$\Sigma\frac{m}{a} = 72{,}881$$

c'est la somme numérique de la 5me colonne du tableau précédent :

Nous en déduisons :

$$\frac{\Delta F}{F_0} = \frac{\Sigma\ \frac{me}{a}\cos\Theta}{36{,}44}$$

ou bien :

$$\frac{\Delta F}{F_0} = 0{,}02744\,\Sigma\frac{me}{a}\cos\Theta$$

Il convient d'examiner si la force vive du Soleil lui-même peut être négligée puisque le centre de gravité du système solaire ne coïncide pas avec celui de cet astre.

La masse du soleil est 1050 fois celle de Jupiter et 3512 fois celle de Saturne.

Pour simplifier le calcul, limitons à ces trois corps l'ensemble du système, et supposons-les en ligne droite

dans la position qui écartera le plus le soleil du centre de gravité du système.

Représentons ces trois corps par les lettres :

M Soleil
m Jupiter
m' Saturne

On peut écrire les équations se rapportant à ces trois corps :

$$MV = mvm'v'$$

d'où l'on tire :

$$\frac{MV^2}{mv^2+m'v^2} = \frac{1}{M}\,\frac{(mv+m'v')^2}{mv^2+m'v'^2}$$

Or dans cette équation les vitesses v et v' de Jupiter et de Saturne sont proportionnelles aux produits des moyens mouvements par les distances moyennes, c'est-à-dire pour ces deux planètes à :

Pour Jupiter $299 \times 5{,}20 = 1554{,}8$
Pour Saturne $120{,}5 \times 9{,}54 = 1149.6$

Ces quantités sont de même ordre de grandeur, si nous les supposons égales, nos équations nous donnent :

$$\frac{MV^2}{\Sigma mv^2} = \frac{m+m'}{M} = \frac{1}{1050} + \frac{1}{3512}$$

On voit par là que la variation de la force vive du Soleil et sa force vive elle-même sont négligeables.

Pour tracer la courbe des variations de la force vive de notre système planétaire, il faut indiquer les dates se rapportant au point de départ des angles Θ au moyen desquels nous avons obtenu l'équation générale :

$$\frac{\Delta F}{F_0} = \frac{2\Sigma \frac{me}{a} \cos \Theta}{\Sigma \frac{m}{a}}$$

En consultant les chiffres donnés dans l'Annuaire du Bureau des Longitudes on voit que *pour obtenir la valeur de l'angle* Θ *au 1^er janvier 1850, il faut retrancher de la longitude moyenne à cette date la longitude du périhélie.*

En ajoutant à ces quantités :

$$365,2422 \times 32\,\mu$$

μ étant le moyen mouvement diurne, on obtient Θ au 1^er Janvier 1882.

Nous prendrons dans ce calcul comme unité le degré et ses décimales.

Voici le détail du calcul pour les huit grandes planètes.

PLANÈTES	☉ au 1er J. 1850	☉ au 1er J. 1850	log. μ°	365,2422×32μ —360° n. entier	☉' au 1r J. 1882
Mercure..	252° 8′ 6″	252°13	0,6119716	310,21	202°36
Vénus....	116° 6′ 0″	116°18	0,2046979	5,30	121°40
Terre	0°25′ 22″	0°42	$\bar{1}$,9937047	359,55	359°97
Mars.....	110°22′ 37″	110°38	$\bar{1}$,7193585	4,76	115°14
Jupiter..	148° 6′ 27″	148°11	$\bar{2}$,9195555	251,15	39°26
Saturne ..	284°44′ 29″	284°74	$\bar{2}$,5245216	31,07	315°81
Uranus ..	220° 9′ 57″	220°17	$\bar{2}$,0693504	137,11	357°28
Neptune..	287°54′ 22″	287°91	$\bar{3}$,7772354	69,98	357°89

Appelons :

m_0 le moyen mouvement annuel :

On a :

$$m_0 = 365,2422\,\mu$$

Nous désignerons les époques par des décimales.

Ainsi le 1^er janvier 1882 sera représenté par 1882,0, le milieu de la même année par 1882,5, etc.

L'époque τ' du passage au périhélie aura pour valeur :

$$\tau' = 1882 + \frac{360 - \Theta'}{m}$$

et les passages subséquents :

$$\tau^{n-1} 1882 + \frac{360n - \Theta}{m}$$

n étant le numéro d'ordre du passage nombre entier.

La durée de révolution sera exprimée par T.

Elle a pour valeur en années :

$$T = \frac{360}{m}$$

de sorte que τ s'exprimera ainsi que suit :

$$\tau = 1882 + T\frac{\Theta'}{m}$$

Dans le tableau suivant nous avons calculé pour les huit grandes planètes les valeurs de m, T et τ.

PLANÈTES	log m	log T	T	τ
Mercure	3,1745525	$\bar{1}$,3817500	0,24085	1882,11
Vénus	2,7672788	$\bar{1}$,7890237	0,61521	1882,41
Terre	2,5562856	0,0000169	1,000039	1882,00
Mars	2,2819394	0,2743631	1,88089	1883,28
Jupiter	1,4821362	1,0741661	11,86222	1892,57
Saturne	1,0871025	1,4692000	29,45778	1883,62
Uranus	0,6319313	1,9243712	84,01779	1882,63
Neptune	0,3398164	2,2164862	164,62136	1882,97

Les autres époques sont :

Pour Jupiter 180,71 1904,43 1916,29

Pour Saturne 1883,62 1913,08

Pour obtenir la courbe de

$$\frac{\Delta F}{F_0}$$

du système solaire, il suffit de tracer les courbes de ces quantités pour chaque planète séparément et d'ajouter les ordonnées ; on obtient ainsi la courbe résultante cherchée.

Les composantes sont des courbes dites *sinusoïdes* dont les périodes sont limitées aux époques de passage au *périhélie* et dont les amplitudes sont égales à :

$$0{,}02744\frac{me}{a}$$

Dans la planche I nous avons tracé la courbe des deux grandes planètes Jupiter et Saturne. Ce sont en effet ces deux grands corps qui déterminent la valeur numérique presque totale des variations de la force vive de notre système tout entier.

Nous avons tracé le commencement de la courbe de Mercure dont l'influence, ainsi qu'on peut s'en rendre compte, est insignifiante.

Enfin, nous avons laissé de côté les autres planètes dont les courbes sont trop secondaires.

Les sinusoïdes de la planche I ont été tracées par points suivant la méthode graphique ordinaire.

La courbe résultante cherchée, c'est-à-dire celle qui représente les variations de la force vive du système solaire, est représentée sur la planche par la courbe limitant les hâchures. Elle est obtenue en additionnant les ordonnées des composantes pour une même abscisse. *L'échelle des ordonnées se rapporte aux parties aliquotes de la force vive moyenne du système solaire.*

Ainsi, au 1er janvier 1882, il est facile de voir que l'élévation de la force vive du système solaire est, relativement à sa valeur, moyenne :

Pour Jupiter 60 pour mille.

Pour Saturne 14 pour mille.

Pour tout le système 74 pour mille.

La courbe de Mercure représente des ondulations dont les amplitudes atteignent tout au plus un à deux pour mille seulement.

Les plus grandes variations, c'est-à-dire les époques de maxima et de minima, se suivent pour notre système dans l'ordre suivant :

Année 1886-1887 minimum — 70 pour mille.
» 1892-1893 maximum + 73 »
» 1898-1899 minimum — 92 »
» 1904-1905 maximum + 75 »
» 1910-1911 minimum — 66 »
» 1916-1917 maximum + 90 »

Ces variations sont donc considérables, puisque entre les minima de l'année 1898-1899 et les maxima de l'année 1916-1917 il y a une différence de 182 pour mille, soit près de 20 $^0/_0$.

Il est donc certain que si des expériences précises et rigoureuses permettent de mesurer g avec continuité, de maintenant jusqu'en 1917, les grandes variations de la force vive solaire devront impressionner la durée des oscillations du pendule et se traduire par une courbe de la pesanteur *inverse* de celle du système solaire, dans le cas, bien entendu, où la gravitation serait uniquement due à l'action dynamique du milieu cosmique où se meut la matière.

Dans le cas où l'attraction est une propriété essentielle et fondamentale de la matière, on trouvera pour *g une ligne droite,* quels que soient du reste l'importance et le signe de la variation de la force vive de notre système.

Les conclusions numériques auxquelles cette première approximation nous a conduit, nous font vivement désirer de voir la partie expérimentale relative à la mesure de *g* mise à exécution.

Les procédés d'inscription automatique rendront probablement de grands services dans cette direction.

Si l'on donnait suite à ce projet il faudrait calculer les variations de la force vive du système solaire avec plus de précision et sommer dans la courbe définitive toutes les influences qu'il est possible d'atteindre par le calcul.

On modifierait la courbe de notre planche, mais nous doutons que les écarts dépassent quatre ou cinq pour cent des résultats obtenus.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

CONCERNANT LA

DÉTERMINATION NUMÉRIQUE DE LA PESANTEUR

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

CONCERNANT LA

DÉTERMINATION NUMÉRIQUE DE LA PESANTEUR

Dans le mémoire précédent nous avons exposé les raisonnements et les calculs, démontrant qu'il est possible de tirer des conséquences logiques de la valeur de g en ce qui concerne les causes efficientes de la gravitation et de la pesanteur.

Aucun observatoire n'a encore établi d'appareils enregistreurs continus de cet élément astronomique si important.

C'est fort regrettable, et nous ne doutons pas que dans un avenir rapproché cette lacune ne se comble. Par contre une foule d'observations indépendantes les unes des autres ont été faites avec vigueur en Europe durant ces 50 dernières années.

Elles nous donnent la valeur de g soit l'accélération due à la pesanteur par la longueur du pendule donnant la *seconde* du temps moyen.

On sait que la force centrifuge agit d'une façon différente suivant les latitudes du lieu des observations. Il faut tenir compte aussi pour comparer toutes les mesures de la hauteur des observatoires au-dessus de la mer.

En corrigeant tous les nombres fournis par l'expérience directe, il est possible de réduire toutes les observations à la longueur normale d'un pendule battant la seconde à *une seule station* prise pour la comparaison méthodique de ces mesures.

Nous relatons ici les valeurs numériques ainsi obtenues par M. le Prof. Joseph Lorenzoni, professeur d'astronomie à l'Université de Padoue et directeur de l'observatoire de cette ville, avec la collaboration de MM. de Sterneck et du commandant Defforges.

Ces observations ont fait un vaste travail de réduction d'une foule d'observations séparées, faites de 1825 à 1893 à Paris, Vienne, Berlin, Hambourg, Genève, Zurich, Padoue, etc.

Ils ont rapporté toutes ces mesures à la longueur d'un pendule battant la seconde à Vienne.

On sait que la longueur du pendule est exactement proportionnelle à la valeur de g, mesure de l'accélération due à la pesanteur.

En effet nous avons l'équation classique :

$$T = \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Dans cette formule :

T = la durée d'une oscillation pendulaire.

$\pi = 3.1415926$ le rapport de la circonférence à son diamètre.

L = la longueur du *pendule simple* mis en observation.

g = l'*accélération* due à la pesanteur.

Si la durée T = *une seconde* on voit que la valeur de g est connue.

Elle est donnée par la formule :

$$g = \frac{\pi^2 L}{1} = \pi^2 L$$

En multipliant les longueurs données par π^2 on a la valeur numérique de g ce qui revient à dire que g est proportionnelle à L.

Voici le tableau obtenu par ces observateurs, le nom des expérimentateurs, la ville où les observations ont été faites et l'année.

Nous avons groupé le tableau par ordre des longueurs observées pour L, la longueur du pendule simple battant la seconde.

LONGUEUR DU PENDULE BATTANT LA SECONDE

POUR DIFFÉRENTES VILLES ET DIFFÉRENTES ÉPOQUES RÉDUITE POUR LA VILLE DE VIENNE (AUTRICHE)

Noms des astronomes	*Epoque et noms des villes*	*Longueurs des pendules réduites pour Vienne*
1. Peters	1870 à Berlin . . .	993mm,745
2. Lorenzoni . . .	1886 à Padoue . .	993mm,756
3. Anton	1878 à Berlin . . .	993mm,760
4. Peters	1869 à Altona . . .	993mm,763
5. Peirce	1877 à Genève . .	993mm,765
6. Plantamour . .	1869 à Berne . . .	993mm,773
7. » . .	1865	993mm,777
» . .	1866 à Genève . .	
» . .	1871	
8. Mahlk	1891 à Hambourg .	993mm,782
9. Peirce	1876 à Berlin . . .	993mm,791
10. Bessel	1835 à Berlin . . .	993mm,804
11. Biot	1825 à Padoue . .	993mm,805
12. Sabine	1828 à Altona . . .	993mm,810
13. Oppolzer . . .	1884 à Vienne . . .	993mm,834
14. Defforges . . .	1883 à Paris. . . .	993mm,835
15. Oerff	1877 à Monaco . .	993mm,837
16. Messerschmitt.	à Zurich	993mm,842
17. Defforges . . .	1883 à Paris (Mesures originales.)	993mm,855
18. » . . .	1893 à Paris (Mesures originales.)	993mm,873

On voit que les variations sont infiniment plus petites que $1/5000$ de la valeur constante.

L'attraction des astres a donc lieu *sans l'intervention active du milieu* où ils se meuvent.

SYNTHÈSE DE LA CHALEUR

SYNTHÈSE DE LA CHALEUR

RÉSUMÉ

DES

COMMUNICATIONS FAITES A LA RÉUNION DE LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES TENUE A SAINT-GALL

SUIVI DE

CONSIDÉRATIONS SUR LA POSSIBILITÉ EXPÉRIMENTALE

DE LA

DISSOCIATION DE QUELQUES MÉTALLOIDES

SYNTHÈSE DE LA CHALEUR

Nous réunissons dans le résumé suivant les différents sujets que nous avons exposés dans les séances de la Société helvétique des Sciences naturelles tenues à Saint-Gall. Ce sont les points principaux qui forment la base d'un ouvrage assez étendu, que nous rédigeons maintenant, sur la thermo dynamique, ouvrage que nous avons appelé : *Synthèse de la chaleur*.

Ce résumé est destiné spécialement à exposer brièvement les résultats de cette étude, sans aucun développement mathématique.

INTRODUCTION

Si l'on compare l'état de la science aujourd'hui avec ce qu'elle était au commencement du siècle, on voit que le caractère distinctif et fondamental qui donne un cachet tout particulier aux recherches actuelles, consiste dans la suppression progressive et continue des divers *fluides* qui agissent dans la nature. La science s'est défaite le plus possible de ces agents mystérieux, ayant des individualités spéciales et des modes d'actions que l'on considérait comme *incompatibles* entre eux.

On a remplacé systématiquement la croyance aux fluides par les notions beaucoup plus simples et plus générales de la *mécanique rationnelle* et l'on est arrivé à expliquer la plupart des phénomènes physiques par le *mouvement de la matière*.

L'*inertie de la matière* et les *forces d'attraction* sous toutes leurs dénominations, voilà les causes efficientes de tout ce qui se passe dans l'univers.

Mais ce n'est pas tout de dire et d'affirmer qu'un phénomène calorifique est produit par le mouvement, qu'un phénomène lumineux et électrique est aussi le résultat du mouvement, il faut définir ce mouvement d'une manière précise et ne pas remplacer des termes

vagues comme les *fluides* par des expressions qui n'impliqueraient pas une connaissance plus intime des phénomènes dont on parle.

C'est dans cette direction que nous avons entrepris cette étude ; nous avons cherché à sortir des équations générales de la mécanique rationnelle *tous les phénomènes calorifiques* en définissant *a priori* les quantités qui y entrent sous forme algébrique et en vérifiant ensuite expérimentalement les déductions fournies par la théorie pure.

C'est à cause de cette marche, qui est diamétralement opposée à celle que l'on a suivie dans les traités de Thermodynamique que nous avons appelé ce travail *Synthèse de la chaleur*.

D'après ce que nous venons de dire, le problème consiste à spécifier exactement et sans aucune ambiguïté, la signification des termes employés, comme les expressions : *chaleur, température, chaleur latente,* etc., et à trouver analytiquement les relations théoriques qui doivent nécessairement exister entre ces différents facteurs, relations qui seront l'expression finie des lois du mouvement. Les vérifications expérimentales seront les preuves de la justesse des hypothèses faites au commencement et termineront la *synthèse,* ainsi que l'exige la méthode scientifique.

Dans ce résumé, nous nous bornerons, cela va sans dire, à indiquer les procédés, la voie suivie, sans aucun développement analytique renvoyant pour tous ces points à l'ouvrage que nous publierons dans peu de temps.

I

Tout phénomène calorifique se passe dans un *corps,* il est donc indispensable d'envisager dès l'abord la constitution de la *matière,* puisque c'est dans ce milieu que se passeront les phénomènes à étudier.

On sait que la matière se présente toujours sous les trois formes uniques, état solide, liquide et gazeux, on sait de plus par l'astronomie que toute matière s'*attire,* et par la mécanique que l'*inertie* empêche la matière de prendre des vitesses infiniment grandes sous l'action de cette attraction dans un temps fini, c'est-à-dire que la *force vive* de la matière est le représentatif du *travail* des forces d'attraction.

Voilà les bases. Ajoutons encore que la transmission de la lumière et de la chaleur au travers des espaces interplanétaires fait admettre l'existence d'une autre matière appelée *éther,* dont la propriété fondamentale serait de présenter une *inertie* beaucoup plus faible que la matière dite *pondérable.* L'éther remplirait tout l'univers jusqu'aux limites les plus reculées de l'étendue.

Prenons un corps supposé simple, absolument irréductible en d'autres éléments et étudions ses trois états, ainsi que les conditions de formation de ces trois états.

A l'*état gazeux,* ce corps se composera d'une infinité de particules appelées *atomes,* ces particules sont séparables les unes des autres par de grandes distances et restent ainsi sans action appréciable les unes sur les autres. Chaque atome est entouré d'une atmosphère d'éther qui l'accompagne partout dans son mouvement. Ce qui caractérise cette atmosphère d'éther, c'est que l'unité de volume (une fraction quelconque de millimètre cube) représente une quantité d'éther de plus en plus grande au fur et à mesure que l'on s'approche de la surface extérieure de l'atome, on peut dire par conséquent que la *densité* de l'éther croît rapidement plus on s'approche de l'atome et selon une fonction de la distance.

C'est le résultat de l'attraction de la matière pour l'éther et réciproquement de l'éther pour la matière.

A l'état gazeux tous les atomes d'un corps chimiquement simple sont en mouvement et ne possèdent que des mouvements de translation dans toutes les directions possibles.

L'*état liquide* est toujours le résultat d'une première condensation de l'état gazeux.

Considérons la condensation la plus simple possible.

Deux atomes gazeux se rencontrent, les forces d'attraction les réunissent et ils se soudent ensemble.

Dans ce cas, l'analyse mathématique permet de suivre le *mouvement* dans ses moindres détails. En effet, les deux atomes qui entrent mutuellement dans le champ d'action de leurs attractions tendent à se rapprocher jusqu'au contact, mais ils entraînent avec eux leurs sphères d'éther et à mesure qu'ils se rappro-

chent, les sphères d'éther pénètrent l'une dans l'autre. Or nous admettons, et c'est là la base de notre théorie, que la fonction qui représente l'attraction de la matière pour l'éther *croît plus rapidement* que la fonction newtonienne qui représente l'attraction de la matière pour elle-même. (On sait que les travaux sur l'optique et notamment sur la double réfraction confirment entièrement cette hypothèse.)

Il arrivera donc un moment où les deux atomes sollicités par leur attraction mutuelle, éprouveront de l'éther environnant une contre-poussée égale et de sens inverse. Ils seront parvenus à une position d'*équilibre stable*. En effet, qu'on les éloigne ou qu'on les rapproche, ils tendent toujours à reprendre cette position et à s'y maintenir.

L'étude analytique de ce problème donne toutes les conditions nécessaires pour que cet équilibre ait lieu ; l'interprétation de l'équation générale est possible dans le cas le plus général et comprend tous les cas qui peuvent se présenter physiquement.

Nous avons ainsi la première *molécule liquide* composée au *minimum de deux atomes du corps*.

Enfin, l'*état solide* résulte d'une condensation du liquide, nous l'envisagerons de même dans sa plus grande simplicité.

Deux molécules liquides ayant chacune son atmosphère d'éther (résultante des deux atmosphères des atomes gazeux) entrent dans leur champ d'action attractive. Elles se rapprochent et s'associent comme l'ont fait les atomes gazeux.

Ici encore il y a une position d'équilibre stable,

mais cette position est plus complexe que la précédente.

En effet, la molécule liquide *est double*, elle a donc deux centres d'attraction.

Ces deux centres d'attraction agissent sur deux nouveaux centres d'attraction qui sont représentés par la seconde molécule liquide. L'analyse montre dans ce cas que la résultante peut se représenter par une force d'attraction et par un couple. Dans l'état d'équilibre stable, la position est donnée par la condition nécessaire que le couple s'annulle et que la contre-poussée de l'éther soit égale à la force d'attraction des deux molécules liquides.

Nous arrivons ainsi à la première *molécule solide* composée au minimum de *quatre atomes gazeux*.

Avant d'aller plus loin, vérifions que les caractères distinctifs des trois états des corps peuvent naturellement découler de cette structure intérieure.

Dans l'état gazeux constitué ainsi que nous l'avons dit, la loi de Mariotte s'applique rigoureusement tant qu'on néglige l'action réciproque des éléments gazeux ; l'*expansibilité* est nécessaire.

Dans l'état liquide, la mobilité des particules est absolue, car nous n'avons point trouvé de couple intervenant dans la position d'équilibre, mais la *densité du liquide* est au minimum *double* de celle du gaz, puisque chaque élément gazeux s'est doublé, le liquide doit conséquemment toujours gagner le fond des réservoirs dans lesquels il est en contact avec sa vapeur.

Le liquide se moulera sans difficulté dans toutes les capacités qui le contiendront.

Nous démontrerons plus loin toutes les propriétés particulières des liquides : tensions de vapeurs, etc.

Enfin, dans l'état solide, nous voyons apparaître *les couples;* toutes les molécules liquides qui se transformeront en solides prendront la même position d'équilibre que celles qui les ont précédées; toutes ces molécules liquides tendront par ce fait à se mettre dans des *positions parallèles.* Nous voyons par là que la structure naturelle de tout solide qui se *forme lentement,* sans choc ni circonstances troublantes, doit être la *structure cristalline.*

Il y aura autant d'axes de cristallisation qu'il y aura de molécules primordiales en position d'équilibre autour du noyau central formé par la première *molécule liquide.*

De plus, il est aisé de voir que lorsqu'un corps solide présentera une certaine dimension, toutes les particules constituantes seront *rigidement* liées les unes aux autres, car le moindre déplacement de ces particules développe, soit un couple, soit une force d'attraction toujours en sens contraire de l'effort que l'on exerce.

Ces forces ne se mettent en évidence que si le déplacement a lieu, de là la flexibilité, l'élasticité, etc., etc., toutes propriétés générales des solides, spécialement des cristaux.

Il serait trop long d'entrer sur ce terrain dans de plus amples développements, car cela nous obligerait à sortir du cadre qui nous est assigné.

Nous nous résumerons donc en disant que les trois états des corps de la nature s'expliquent par deux

condensations successives et par l'action de l'éther qui permet l'équilibre stable dans les trois états. L'attraction newtonienne entre seule en jeu dans ces phénomènes sous le nom de *cohésion*.

II

Avant d'exposer nos définitions de *chaleur* et de *température*, nous constaterons un fait général dans les observations physiques, telles qu'elles se font aujourd'hui. Cette remarque est nécessaire pour éviter plus tard toute confusion.

Dans tous les phénomènes physiques et chimiques observés actuellement dans les laboratoires, les températures ne sont connues que par l'intermédiaire des corps solides.

En effet, tous les *thermomètres en usage*, sans aucune exception, sont tous composés d'une enveloppe extérieure en métal ou en verre dans laquelle on introduit un liquide ou un gaz. On expose ces appareils dans certains milieux et on attend que l'*équilibre thermique* se soit établi entre les parois du réservoir et le liquide ou le gaz qu'il contient.

Les thermomètres métalliques donnent leurs indications directement.

Dans aucun cas on ne connaît la température d'un

liquide ou d'un gaz sans l'intermédiaire obligatoire d'un solide.

Ce fait qui, au premier abord, paraît de peu d'importance, est pourtant capital dans l'étude qui nous occupe. C'est en effet pour cette raison seulement que nous commencerons l'exposé des phénomènes calorifiques par ceux qui se passent dans les *solides*.

Ainsi que nous l'avons dit, la molécule solide la plus élémentaire est composée d'au moins *quatre atomes gazeux* réunis deux à deux dans chacune des deux molécules liquides constituantes.

Prenons cette molécule solide dans l'état d'*équilibre stable* et en repos absolu, dans cette position spéciale où toutes les forces moléculaires et les réactions de l'éther donnent une résultante nulle :

Nous dirons que ce corps est au *zéro absolu des températures*.

Fournissons maintenant à cette molécule solide, au moyen d'un choc, une certaine quantité de travail mécanique, ce travail se décomposera en deux parties :

La première donnera à la molécule un mouvement de translation dans une direction quelconque, et aussi dans certains cas, un mouvement de rotation autour du centre de gravité.

La seconde déplacera les atomes gazeux de leur position d'équilibre, et leur fera parcourir des trajectoires de forme elliptique autour de cette position d'équilibre.

Ne nous occupons pas pour le moment de la vitesse de translation qui anime le centre de gravité de la

molécule solide, nous dirons simplement que ce mouvement ne constitue en aucune manière un phénomène calorifique, c'est un phénomène de changement de place dans l'espace.

Le *second mouvement essentiellement vibratoire constitue seul dans notre hypothèse le mouvement calorifique.*

La *chaleur* est uniquement le résultat de la manifestation des *forces moléculaires.*

On voit dès l'entrée que la *chaleur* est l'équivalence du travail et de la *force vive,* car il a fallu dépenser une certaine quantité de travail mécanique pour faire passer ces atomes de leur position d'équilibre stable à une position voisine. Cette quantité de travail représente exactement la valeur du *mouvement calorifique total.*

Quant à la *température,* voici notre définition :

Projetons sur la direction de toutes les forces moléculaires, les chemins parcourus par chaque atome, depuis la position d'équilibre stable jusqu'à sa position finale après le choc, faisons la somme des espaces élémentaires : Cette somme représente ce que nous appellerons dorénavant l'*amplitude de l'oscillation calorifique,* c'est la *température.*

On voit immédiatement que le produit de l'*amplitude de l'oscillation* par la *somme des forces moléculaires,* représente la totalité de la quantité de chaleur fournie au corps.

Il résulte en conséquence que nous appellerons *chaleur spécifique* la somme des forces moléculaires d'une molécule solide.

La *chaleur* est un facteur du *second degré,* un carré, comme étant un produit d'un espace parcouru et d'une force.

La *température* est un facteur de *premier degré,* l'espace parcouru par la force moléculaire totale.

La *chaleur spécifique* est aussi un terme de *premier degré,* c'est la somme des forces moléculaires de la particule solide.

Partant de ces bases et de ces définitions, il nous faut examiner comment vont se comporter ces atomes réunis dans une molécule solide, lorsqu'on leur fournit constamment de nouvelles quantités de travail mécanique, c'est-à-dire quand on active incessamment l'intensité du mouvement calorifique.

Nous savons que les forces moléculaires se composent des attractions moléculaires et de la réaction de l'éther qui s'oppose au contact des particules. Dès qu'on déplace les atomes de leur position d'équilibre, la résultante est la différence de ces deux actions, ou pour mieux dire leur somme algébrique.

Admettons pour une première discussion que cette résultante *soit constante,* bien que l'amplitude de l'oscillation calorifique varie dans de certaines limites, cela revient à dire que la *chaleur spécifique* du corps est invariable (par définition).

Les principales lois qui découlent de là sont les suivantes :

1° *La température d'un corps solide est proportionnelle à la quantité de travail qu'on lui a fournie.*

2° *Un corps solide perd une quantité de chaleur égale à celle qu'il faut lui fournir lorsque sa tempéra-*

ture s'abaisse ou s'élève entre deux limites fixes de température.

3° *L'augmentation de volume d'un corps solide est proportionnelle à l'augmentation de sa température et réciproquement.*

4° *Si, entre deux limites de températures, la chaleur spécifique du corps solide vient à varier, les changements de volume varieront aussi et dans le même sens.*

5° *Pour différents corps solides, la température produite par la même quantité de travail mécanique transformée en chaleur, sera en raison inverse des chaleurs spécifiques.*

6° *L'équivalent mécanique de la chaleur sera constant pour tous les corps solides.*

On peut tirer une foule d'autres conclusions de l'équation dynamique fondamentale qui résulte du problème posé comme nous venons de l'envisager. Nous ne mentionnons que les plus connues et celles dont on connaît déjà les vérifications expérimentales.

Avant d'aller plus loin, il nous faut étendre les définitions de *chaleur* et de *température* à un corps solide tout entier, composé de la réunion de plusieurs millions de molécules solides semblables à celle que nous avons étudiée.

Dans ces nouvelles conditions, la *chaleur* sera toujours l'expression du mouvement vibratoire moléculaire total et la *quantité de chaleur* du corps, la totalité de *travail* absorbé par le corps; mais le calcul de la propagation des vibrations calorifiques dans le corps solide, montre que toutes ses vibrations ne sont point *identiques* dans toutes les molécules simultanément.

Il se passe dans ce mouvement oscillatoire des phénomènes d'interférence analogues à ceux que l'on étudie en acoustique et en optique.

Les molécules pondérables sont en activité dans un milieu absolument élastique, aussi l'influence d'un choc, d'une pression, d'une force extérieure quelconque développera des *amplitudes d'oscillation* bien différentes dans une portion du solide que dans une autre.

Certaines oscillations sont très grandes, d'autres très petites, et la parfaite élasticité des milieux maintient d'une manière presque indéfinie ces variations dans les *températures moléculaire.*

C'est l'*amplitude moyenne* de toutes ces oscillations élémentaires qui sera la *température* du corps.

Tout ce que nous avons dit sur ce premier corps solide peut se répéter pour les autres, indépendamment de leur nature chimique, il suffit d'admettre que tous les *corps tombent avec une égale vitesse sur la terre,* ce qui nous donne la relation bien connue :

$$M = \frac{P}{g}$$

Les masses atomiques M sont proportionnelles à leur poids, c'est là le lien qui rattache tous les phénomènes thermiques aux phénomènes chimiques et mécaniques.

En effet, de cette relation et des prémisses que nous venons d'exposer on déduit directement la loi de Dulong et Petit sur les chaleurs spécifiques et les poids atomiques[1].

[1] Voir la démonstration qui sera exposée dans l'ouvrage annoncé sur la synthèse de la chaleur.

Nous allons exposer une nouvelle loi qui donne un rapport de plus entre certains éléments qui semblent totalement étrangers les uns aux autres :

Le coefficient de dilatation des corps solides, leur poids atomique, leur densité et leur température de fusion sont autant de termes qui sont englobés dans l'équation générale du mouvement. Les quelques considérations qui suivent vont le faire comprendre :

Nous avons vu que tout mouvement calorifique augmente le volume d'une molécule solide au prorata de la température; par conséquent, un volume V de ce corps augmentera si sa température s'élève, et cela proportionnellement au nombre de molécules qu'il contient et en raison inverse de sa chaleur spécifique.

Or, nous pouvons admettre comme un postulat, bien conforme aux tendances scientifiques actuelles, que *les lois de l'attraction de la matière pour la matière sont absolument générales et universelles, quelle que soit la distance des corps qui s'attirent.*

Ainsi, à une même distance, deux molécules solides rapportées à l'unité de masse s'attireront également dans n'importe quel corps.

Si l'on admet qu'à une certaine température, spéciale pour un corps, l'amplitude de l'oscillation calorifique est suffisante pour désagréger les particules constituantes, c'est-à-dire pour *fondre* le solide, on est conduit à admettre que pour tous les corps, la distance intermoléculaire correspondant à la fusion doit être la même. C'est la conséquence obligée de l'extra-polation de la loi newtonienne dans la physique moléculaire.

Cette conséquence nous amène à la loi cherchée.

PENNSYLVANIA UNIVERSITY LIBRARY

En effet, appelons α le *coefficient de la dilatation linéaire* d'un corps solide, désignons par l et l' les longueurs d'oscillations correspondant aux températures t et t', puis appelons N le nombre de molécules solides qui se trouvent dans l'unité linéaire pour laquelle la densité d du corps solide a été déterminée, nous aurons évidemment l'égalité suivante :

$$(1) \qquad \int_{l}^{l'} \mathrm{N}\, d\, l = \int_{t}^{t'} \alpha\, d\, t$$

Or, la valeur de N est déterminable pour tous les corps :

Dans un mètre cube de densité d il y a :

$$\frac{p}{d} \text{ molécules}$$

en appelant p le poids atomique chimique de ce corps.

Si nous voulons connaître le nombre N, c'est-à-dire le nombre de molécules contenues dans l'unité linéaire soit l'arête du cube nous avons :

$$(2) \qquad \mathrm{N} = \sqrt[3]{\frac{d}{p}}$$

Afin d'aboutir à une formule numérique, prenons pour α le coefficient de dilatation mesuré de 0° à 100° de l'échelle centigrade.

L'équation différentielle intégrée nous donne la relation :

$$(3) \qquad l_{1000} - l_0 = \frac{\alpha}{3\sqrt{\frac{d}{p}}}$$

Telle est la valeur de l'*augmentation de la longueur de l'oscillation calorifique* quand la température passe de 0° à 100°.

L'*oscillation totale*, ainsi que nous l'avons admis, doit être pour les différents corps proportionnelle à cette augmentation exprimée par la formule (3). Nous pouvons donc prendre cette augmentation de l'oscillation totale pour l'expression numérique de l'oscillation totale elle-même, car nous ne faisons que négliger un facteur constant, le même pour tous les corps. Nous arrivons aux deux lois suivantes :

1° *Plus le point de fusion d'un solide est élevé, plus les oscillations calorifiques de ce corps doivent être courtes, en supposant que l'on compare tous les solides entre eux à une même température.*

2° *Si les températures de fusion des solides correspondent à des longueurs d'oscillation égales, le produit des longueurs d'oscillation par les températures de fusion doit être un nombre constant pour tous les corps solides.*

Ces deux lois se vérifient aussi exactement que le comportent les déterminations expérimentales des différents éléments qui entrent dans ces équations.

Voici un tableau des résultats numériques de l'application de ces deux lois :

Dans la première colonne nous avons inscrit le nom des corps solides, dans la seconde le poids atomique, dans la troisième la chaleur spécifique, dans la quatrième le produit pour vérifier que le poids atomique est conforme à la loi de Dulong et Petit.

Dans la cinquième sont les densités des corps solides.

Dans la sixième colonne nous avons inscrit les températures de fusion centigrades.

Dans la septième colonne, nous avons placé en re-

gard les coefficients de dilation observés et ceux que nous avons calculés d'après les moyennes et l'application de notre formule.

Tableau des longueurs des oscillations calorifiques des solides et des produits de ces longueurs par les températures de fusion.

SOLIDES.	*p.*	*c.*	*pc.*	*d.*	*t.*	α observé	α théorique	l observé	l théorique	lT.	ÉCARTS
						0,00	0,00	0,00	0,00		
Indium . . .	56,7	0,0570	8,225	7,277	176	417,0	385	827	767	3,71	+0,28
Sélénium . .	39,5	0,0762	3,01	4,65	217	368,0	343	751	701	3,68	+0,25
	39,75		3,03	4,30			333	772		3,79	+0,36
Étain	59	0,0566	3,34	7,29	235	293,4 306,4	340	589 615	678	2,97 3,10	−0,46 −0,33
Thallium . .	102	0,0336	3,43	11,86	289	313,5	298	642	612	3,61	+0,18
Cadmium . .	56	0,0567	3,17	8,79	320	313,0	312	582	580	3,45	+0,02
Plomb. . . .	104	0,0314	3,27	11,37 11,35	335	284,8 286,6	270	596 600	567	3,62 3,64	+0,19 +0,21
Zinc.	32,5	0,0996	3,24	7,19	412	296,8	304	491	502	3,36	−0,07
	32,7		3,26		450	294,2	286	487	475	3,52	+0,09
Antimoine .	61	0,0508	3,10	6,72	440	178,8 330,0	231	373 689	482	2,67 4,91	−0,76 +1,48
Tellure . . .	64	0,0474	3,04	6,24	525	167,5	198	364	432	2,90	−0,53
				2,67			228	384		3,35	−0,08
Aluminium .	13,75	0,2143	2,94	2,56	600	222,4	225	389	393	3,40	−0,03
						191,0		330	270	4,13	+0,386
Argent. . . .	54	0,0570	3,08	10,53	1000	162,0	158	280		3,51	
Cuivre . . .	31,75	0,0952	3,02	8,90	1050	171,8	150	263	260	3,47	+0,04
	98,5			19,31		144,0		248		3,41	−0,02
Or.	9	0,0321	3,17		1100	151,4	145	261	250	3,60	+0,17
	98,3			»		148,3	146	255		3,50	+0,07
Nickel. . . .	29,5	0,1086	3,21	8,60	1450	127,9	131	193	200	3,33	−0,10
Cobalt. . . .	29,5	0,1070	3,16	8,68	1500	123,6	108	186	194	3,30	−0,13
				7,79	1500	118,2	126	181	194	3,21	−0,22
Fer	28	0,1138	3,19	»	1600	»	119	»		3,42	−0,01
				»	»	117,2	»	178	184	3,34	−0,09
Palladium. .	53	0,0593	3,14	11,30	1700	100,0	102	167	174	3,30	−0,13
Ruthénium .	52	»	»	11,4	1800?	096,3	096?	160	166?	3,43?	+0,00
Rhodium . .	52	0,0580	3,02	12,1	2000?	085,0	093?	139	152?	3,15?	−0,28
Platine . . .	99	0,0324	3,21	21,45	2000	088,4	091	147	152	3,34	−0,09
Osmium. . .	100	0,0311	3,11	21,35	2500?	065,7	074?	109	124	3,04?	−0,39
Iridium . . .	98,16	0,0326	3,21	21,15	2500?	068,3	074?	114	124	3,17	−0,26
Verre	16,4	0,1977	3,24	2,527	650	203,3	200	379	373	3,50	+0,07
								Moyenne . . .		3,434	

Dans la huitième colonne, nous avons inscrit les valeurs numériques des longueurs des oscillations calorifiques observées et calculées.

Dans la neuvième colonne se trouvent les produits lT en appelant T la température absolue du point de fusion.

$$T = t + 273.$$

Dans la dixième colonne, on a inscrit les écarts des résultats numériques avec la moyenne.

On peut voir par l'inspection des chiffres contenus dans les huitième et neuvième colonnes que les deux lois sus-énoncées se vérifient avec la même exactitude que la loi de Dulong et Petit.

Les vérifications numériques que nous venons d'exposer suffisent pour montrer que les définitions que nous avons adoptées pour les mots de *chaleur* et de *température* s'accordent absolument avec les phénomènes observés dans les laboratoires et mesurés par les *calorimètres* et les *thermomètres*.

De nombreuses lois sur les chaleurs spécifiques, les longueurs d'oscillations calorifiques, les poids atomiques, etc., sont la conséquence immédiate de ces nouveaux rapports que la théorie seule pouvait révéler.

Nous ne pouvons les relater ici faute de place.

Nous indiquerons encore en terminant ce chapitre que l'*équilibre thermique* de tous les corps solides, liquides et gazeux, s'obtient toujours en comparant la force vive de chaque molécule des corps, avec la force vive des *molécules d'un corps solide* et en égalant les quantités de travail cédées et acquises par les corps en présence.

C'est cette manière de déterminer l'état d'équilibre thermique qui nous conduira à modifier considérablement la signification actuelle de la température dans les gaz et à donner au second principe de la thermodynamique toute sa généralité.

III

Nous venons d'exposer les définitions exactes des mots *chaleur* et *température,* nous pourrions immédiatement envisager sous ce nouveau point de vue les phénomènes de changements d'état des corps ; mais on sait que ces transformations sont des exceptions aux lois établies pour les corps solides. Pendant la fusion, l'introduction d'une grande quantité de chaleur laisse la température invariable, de même dans la vaporisation. Nous avons donc à considérer dans ces changements d'état les rapports qui existent entre le travail mécanique effectué, la température et la quantité de chaleur fournie. Ces rapports constituent dans leurs plus vastes acceptions *les deux principes fondamentaux de la thermodynamique.*

Nous allons les déduire d'une manière élémentaire de nos conditions de départ, puis ces deux théorèmes nous serviront constamment ensuite dans l'étude des changements d'état, spécialement dans les lois des tensions des vapeurs des liquides volatils.

Rien n'est plus intéressant dans l'histoire de la science contemporaine que de suivre l'introduction progressive des deux principes de la théorie mécanique de la chaleur. On voit deux courants d'idées absolument différents naître dans des conditions complètement étrangères l'un à l'autre, se rencontrer tout à coup sur le terrain expérimental, et cette rencontre est si bizarre, si inattendue, qu'elle est considérée, encore à l'heure qu'il est, comme fortuite et accidentelle, par un grand nombre d'hommes s'occupant spécialement de ces questions.

Quelques développements nous paraissent indispensables pour relever d'une manière bien frappante ce dualisme scientifique en matière de chaleur.

Au commencement du siècle on s'empara des idées de d'Alembert et l'on admit la *conservation de l'énergie* dans l'univers avec l'impossibilité du *mouvement perpétuel*.

Ce principe de la transformation des forces ou de l'équivalence, mit plus de quarante ans à faire son chemin, il devait conduire Youle et Rankine à déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur. Ce furent ces idées qui guidèrent Sady Carnot et Clapeyron à rechercher par le calcul les conditions d'intégrabilité d'un mouvement intérieur moléculaire.

C'est ici que se dessinent nettement les deux tendances auxquelles nous faisons allusion.

Poursuivant les problèmes de la chaleur uniquement par les moyens de l'analyse mathématique, Sady Carnot et ses successeurs, MM. Clausius, Dupré, Briot, Zeuner, Hirn, etc., etc., ont établi les relations néces-

saires qui doivent exister entre une certaine quantité de chaleur fournie à un corps et les modifications concomitantes dans la pression et le volume de ce corps. Les conditions d'intégrabilité de l'équation différentielle fondamentale donnent une nouvelle fonction entre le volume et la pression du corps lesquels deviennent ainsi variables solidaires.

Cette fonction serait, d'après ces savants, la *température;* ce serait l'expression physique de ce lien révélé par l'analyse.

Mais on sent que cette marche est *inductive,* le terrain n'est pas *solide,* et c'est uniquement par les vérifications expérimentales que ces théories ont été admises, sans qu'il ait été encore possible d'établir un pont absolument continu entre l'expérience et la théorie.

Dans le même temps, un homme illustre, Regnault, dotait la science d'une série continue et admirablement exacte d'observations minutieuses sur tous les éléments qui constituent la connaissance des phénomènes thermiques : les chaleurs spécifiques, les dilatations, les tensions des vapeurs, les comparaisons de tous les thermomètres employés, etc., etc.

Dans ce laboratoire productif et fécond en documents de la plus haute importance, on ne voit pas un seul instant figurer la thermodynamique comme méthode d'investigation, c'est uniquement l'expérience et le résultat de l'expérience interpolé avec toute la rigueur possible.

Or, les définitions de la *chaleur* et de la *température,* telles qu'elles ressortent des travaux de Regnault,

n'ont aucun point commun avec celles que les analystes ont données ; les unes sont essentiellement arbitraires, les autres sont des traductions libres de formules, fournies par le calcul.

Malgré ces divergences, l'accord est complet.

Jamais théorie n'a reçu de sanction plus éclatante que la théorie mécanique de la chaleur, vérifiée par les expériences de Regnault.

Nous ne sommes point sceptique et n'admettons nullement que cette coïncidence soit le résultat du hasard, mais nous avons toujours trouvé que la méthode analytique, qui a conduit à un résultat aussi juste et aussi positif, suit une série de raisonnements *parallèles* aux phénomènes physiques sans les serrer d'assez près. Il est impossible de distinguer la valeur exacte et rigoureuse des termes qui figurent dans les équations générales, car on termine l'étude par des *définitions,* alors qu'elles doivent être la base du calcul.

C'est surtout cet écueil que nous avons cherché à éviter autant que possible, en définissant dès le début les mots et les termes dont on se sert, et c'est en conservant à ces mots de *chaleur,* de *température* et de *chaleur spécifique,* leur acception convenue, que nous allons démontrer les deux principes fondamentaux de la thermodynamique.

Nous donnerons ces démonstrations de la manière la plus élémentaire possible, afin de permettre une compréhension continue des phénomènes physiques considérés.

Premier principe.

Nous avons 1 kilogramme d'un corps solide dont le poids atomique est p.

Nous pouvons donner à ce corps la forme que nous voulons, sans modifier ses propriétés calorifiques. Supposons en conséquence que nous disposions toutes les molécules de ce corps le long de l'axe OX (Pl. II).

Ces molécules seront au nombre de n dont la valeur numérique est donnée par la relation :

$$n = \frac{1}{p}$$

Elles occupent dans cette disposition une longueur linéaire ON prise sur l'axe des X.

Supposons aussi que la *chaleur spécifique* de ce corps, c'est-à-dire, par définition, la *somme* des forces moléculaires soit égale à l'unité F.

Nous pouvons diriger arbitrairement cette force F, pourvu qu'on la conserve constante durant toute la durée des phénomènes thermiques.

Afin de représenter graphiquement les mouvements des particules du corps solide placé sur la droite ON, admettons que ces molécules soient au repos absolu, c'est-à-dire au zéro de l'échelle des températures.

Nous communiquerons à ce poids d'un kilogramme une certaine quantité de travail mécanique égale à une unité arbitraire, nous la choisirons égale à 431 kilo-

grammètres, pour la faire correspondre à 1 calorie, selon les définitions usuelles.

Toutes les molécules placées sur ON vont entrer en vibration, mais comme nous connaissons le travail fourni et la somme des forces moléculaires intérieures égales à F, nous en déduirons l'*amplitude moyenne* des oscillations de ces molécules.

Pour plus de clarté nous supposerons que les molécules vibrent dans une direction perpendiculaire à l'axe des X, parallèle par conséquent à l'axe des Y. Nous dirigerons la force F dans le même sens et la longueur $\overline{OA}$ représente l'amplitude moyenne des oscillations du corps après qu'on lui a fourni 431 kilogrammètres.

Comme l'espace parcouru par les molécules est parallèle à la force F, le produit de cet espace par la force représente le travail consommé par le mouvement vibratoire. Ainsi le rectangle OAMN a une surface équivalente à 481 kilogrammètres.

La *longueur d'oscillation* OA correspondant aux oscillations des molécules de l'unité de poids quand elles ont absorbé l'unité de travail mécanique, seront pour nous l'*unité des températures,* puisque la *chaleur spécifique* est aussi l'unité F.

OA *est donc* 1 *degré de l'échelle rationnelle des températures.*

Si nous fournissons au même corps une nouvelle quantité de travail égale à la première, nous vérifions aisément que F, étant constant, l'amplitude moyenne des oscillations doit être double aussi.

Cette amplitude d'oscillation est devenue égale à $\overline{OB}$, double de $\overline{OA}$.

Le rectangle OBB'N représente 2 fois 431 kilogrammètres, soit 2 calories.

En continuant à fournir de nouvelles quantités de travail à ce corps, les oscillations calorifiques prendront des amplitudes de plus en plus grandes et l'on aura les rectangles OCC'N, ODD'N, etc., etc., qui représenteront successivement 3, 4, 5, etc., calories.

Ainsi, les *longueurs d'oscillations,* soit les *températures,* seront proportionnelles à la quantité de travail mécanique fourni au corps ON.

Réciproquement, supposons que le corps ait des oscillations moyennes dont l'amplitude est égale à OE. Soutirons du travail mécanique à ce corps ; les oscillations diminueront progressivement d'amplitude au prorata du travail extérieur qu'elles ont effectué et après avoir fourni 431 kilogrammètres, elles seront réduites à une longueur égale à OD.

Voilà la démonstration du premier principe qui *lie entre elles les quantités de travail et les quantités de chaleur fournies ou enlevées à un corps solide.*

Second principe.

Considérons maintenant un problème différent.

Demandons-nous combien on pourra produire de travail mécanique avec une *calorie,* lorsque cette calorie est disponible a une température t' et que l'on fait chuter la température de t' à t.

Nous admettons naturellement l'inégalité :

$$t' > t$$

Pour résoudre ce problème, il faut au préalable exposer clairement ce que l'on entend par l'expression : *chaleur disponible* à une certaine température.

Qu'est-ce qu'une calorie à 1 degré, à 2 degrés, à t degrés ?

Une calorie, c'est toujours, et quelle que soit la température, une certaine quantité de travail égale à 431 kilogrammètres.

En quoi la notion de *température* influence-t-elle la valeur d'une calorie ?

Elle ne fait qu'indiquer le *poids* de la matière en mouvement.

En effet, si l'on regarde, planche II, ce que c'est qu'une calorie à 1 degré, on voit qu'elle est représentée par n molécules du corps vibrant avec une longueur d'oscillation égale à OA. Une calorie à 2 degrés sera évidemment, et sans qu'il puisse y avoir d'autre interprétation, *la moitié de deux calories à deux degrés.*

Or, 2 calories à 2 degrés sont représentées par le rectangle OBB'N, ainsi *une calorie à deux degrés* sera figurée par le rectangle OBB''N' moitié du précédent.

Il est évident que la surface de ce rectangle est équivalente à une calorie si l'on pose :

$$ON' = \frac{ON}{2} = \frac{n}{2} \text{ molécules.}$$

Donc, dans ON' il n'y a que la moitié des molécules du corps en jeu.

Une calorie à 3 degrés sera de même représentée

par le rectangle OCC″N″ équivalent à 1 calorie, mais il n'y aura que le tiers du poids du corps qui sera soumis à l'action calorifique.

D'une manière générale, une calorie à t degrés sera exprimée par un poids égal à :

$$\frac{n}{t} \text{ molécules,}$$

oscillant avec une amplitude moyenne égale à :

$$\overline{OA} \times t = \text{longueur d'oscillation.}$$

Ces conditions nous prouvent *qu'il est impossible de faire intervenir la notion de température dans les expressions de quantités de chaleur sans y faire entrer implicitement les poids du corps dont les molécules sont en mouvement.*

Ces préliminaires bien établis, revenons au problème proposé.

Nous avons une calorie disponible à la température t'.

Nous voyons sur la figure qu'elle est représentée par le rectangle $Ot'M'N'$ Sa surface est égale à 431 kilogrammètres et l'on a :

$$\frac{t'}{ON} = \frac{n}{t'} \text{ molécules.}$$

La longueur des oscillations de chacune de ces molécules est également à Ot'.

Nous faisons chuter la température de t' à t, cela revient à réduire l'amplitude des oscillations de la longueur Ot' à la longueur Ot moindre. Pendant cette modification nous avons dégagé du travail mécanique ; chaque molécule considérée au début de l'expérience a abandonné une petite quantité de travail et la somme

de ces travaux élémentaires est représentée par le rectangle ombré sur la figure $t\,t'$ M H.

Telle est la *quantité de travail maximum* qu'une calorie pourra fournir, quand on la fait descendre sans perte d'une température supérieure t' à une autre quelconque inférieure t.

Or, il est facile de calculer la surface de ce rectangle $t\,t'$ M'H.

Elle est égale à :

$$\overset{t'}{\overline{\mathrm{O\,N}}} \times \mathrm{F} \times (\overline{\mathrm{O}t'} - \overline{\mathrm{O}t}) \text{ kilogrammètres.}$$

Remplaçons $\overset{t'}{\overline{\mathrm{O\,N}}}$ par sa valeur $\frac{n}{t'}$ et posant l'égalité :

$$\overline{\mathrm{O}t'} - \overline{\mathrm{O}t} = (t' - t)\,\overline{\mathrm{O\,A}}$$

Nous avons pour valeur de ce rectangle en kilogrammètres :

$$\text{Surface } tt'\mathrm{M'H} = 431\frac{t'-t}{t'} \text{ kilogrammètres}$$

t' et t sont exprimées en fonctions de OA comme unité et représentent les températures absolues.

Nous venons de démontrer le second principe mécanique de la chaleur et son expression algébrique ordinairement usitée en conservant à tous les termes leur signification ténorisée au début de cette étude.

Nous remarquerons en passant que, pour transformer en travail la *totalité* de la chaleur disponible à une température quelconque, il est nécessaire d'amener au repos absolu les particules du corps qui contient cette chaleur, donc il faut donner à t la valeur 0.

Cette remarque fait bien sentir la profonde différence

qui existe entre le premier et le second principe de la théorie mécanique de la chaleur.

Tout ce que nous venons de dire du corps ON peut se répéter pour un corps quelconque ayant une autre valeur pour sa chaleur spécifique et un autre poids atomique; en effet, les formules auxquelles on parvient éliminent entièrement ces facteurs, les quantités de travaux fournis sont uniquement fonction des températures et des quantités de chaleur disponibles.

On peut également prouver que les variations des forces moléculaires, dont la résultante est F en fonction des températures, ne modifient en aucune façon les conclusions que nous avons déduites dans l'exemple choisi, c'est-à-dire que les variations de la *chaleur spécifique* sont indépendantes du second principe mécanique de la chaleur.

Nous pouvons donc maintenant examiner les changements d'état des corps solides et des liquides, puisque nous avons une définition précise de tous les éléments du problème et que nous connaissons les relations physiques qui lient le travail accompli aux variations de températures, cela dans le cas le plus général.

IV

Dans les chapitres précédents nous avons établi uniquement pour les *corps solides* les significations et les définitions des mots *chaleur, température* et *chaleur spécifique*.

On voit que le mot *chaleur spécifique* dans l'acception que nous lui avons donnée représente la résultante des forces moléculaires et se trouve être un terme du premier degré. Si l'on considère l'unité de poids d'un corps et l'unité de température, la chaleur spécifique représentera aussi la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de ce corps d'une unité, c'est-à-dire d'un degré, seulement le terme devient un carré et perd dans ce cas sa signification première.

Du reste, le *produit de la température par la chaleur spécifique* représente la *quantité de chaleur totale* que possède un corps, et pour cela nous maintenons définitivement notre définition du terme *chaleur spécifique*.

Nous sommes également arrivé à cette conclusion que, dans les corps solides les vibrations calorifiques étant soumises à l'action de couples, tant que l'état solide se maintient, les molécules ne peuvent avoir aucun mouvement de rotation sur elles-mêmes au delà d'un

angle de 90° avec leur position d'équilibre. Cet angle est l'angle limite.

Les rotations des molécules admises par quelques physiciens ne donneraient aucune composante dans la direction des forces moléculaires et ne répondent uniquement qu'à des conditions analytiques étrangères aux phénomènes physiques.

Nous ne pouvons ici aborder l'étude de cette question ni discuter le problème dans son cas général.

Dans tous les phénomènes thermiques, nous n'avons envisagé que l'intensité des forces mises en jeu (chaleur spécifique) et le chemin parcouru par les molécules (température); nous pouvons ajouter que ces deux éléments sont réunis par une nouvelle variable, la *durée d'une oscillation.*

Les théorèmes de mécanique rationnelle permettent d'exprimer tous les mouvements en fonction du *temps* comme seule variable indépendante.

Nous ne faisons qu'indiquer ce lien commun, car la transformation des équations et les définitions des nouveaux termes qui se présentent demanderaient des développements incompatibles avec ce résumé.

Revenons maintenant au corps solide auquel on fournit constamment de nouvelles quantités de chaleur. Nous savons que les amplitudes des oscillations iront constamment en augmentant: quand elles auront atteint un certain maximum égal pour tous les corps, le solide *fondra*. Il nous faut suivre les différentes phases de ce phénomène, qui est capital en physique.

Nous savons que la *température* du corps est l'amplitude moyenne des oscillations calorifiques, cela sup-

pose forcément, ainsi que le calcul l'indique, qu'il y a des oscillations les unes plus grandes, les autres plus courtes dans le corps. Or, d'après ce que nous venons de dire, il est certain que les molécules qui seront sous l'influence des oscillations *les plus longues* fondront les premières.

Nous appellerons *interférences positives* ces oscillations maximales qui dépassent la moyenne exprimée par la température.

La *fusion* ou la *désagrégation* du solide se caractérise par le fait que les molécules constituantes vibrent avec une telle violence qu'elles sortent de leur sphère d'action attractive, les couples sont détruits et les molécules deviennent libres. La fusion s'opère donc toujours à l'*extrémité extérieure* de l'oscillation calorifique, et cette oscillation *est la dernière ;* à partir de ce point les deux molécules se lâchent réciproquement, emportant avec elles comme *potentiel* tout le travail mécanique qu'on leur a communiqué pour opérer la fusion.

Mais, puisque les molécules qui fondent sont animées d'oscillations maximales supérieures à la température moyenne du corps, chaque molécule en fondant emporte une certaine quantité de force vive qu'il faudra restituer au corps si l'on veut que la fusion continue. C'est là la cause de la *chaleur latente* de fusion, quantité de chaleur qui représente le *potentiel du liquide.*

Tous les solides présentent des conditions analogues à leur point de fusion, c'est une *loi générale.*

Quand la dernière particule du solide est fondue, si l'on continue à fournir de la chaleur au liquide, la température s'élèvera aussitôt, puisqu'il n'y aura plus de

changement d'état et que cette chaleur pourra être utilisée à augmenter l'amplitude des oscillations des molécules liquides.

Mais ici, dans les *corps liquides,* la signification de *chaleur* et de *température* CHANGE et c'est un des points les plus importants à noter. En effet, ce liquide est nécessairement contenu dans un corps solide, et nous admettons selon les équations dynamiques que chaque molécule solide et liquide au contact est en *équilibre thermique,* c'est-à-dire ne perd ni ne gagne de la force vive.

La molécule liquide est animée de deux mouvements : le premier est son mouvemement vibratoire intérieur, qui correspond à la température moléculaire, et le second est un mouvement de translation. Ce mouvement de translation devient nécessaire au moment où l'action des couples disparaît dans le corps solide ; la transmission des mouvements vibratoires et les interférences permettent de le démontrer.

Si nous appelons :

$$m\frac{u^2}{2}$$

la force vive du mouvement vibratoire et

$$m\frac{v^2}{2}$$

la force vive de translation de la molécule dont la masse est m, la force vive totale sera exprimée par :

$$m\left(\frac{u^2}{2}+\frac{v^2}{2}\right)$$

force vive totale.

Elle doit être égale à la force vive d'une molécule

solide ayant m' pour masse, F comme chaleur spécifique et t comme température.

De là l'équation de l'équilibre thermique :

$$m\left(\frac{u^2+v^2}{2}\right)=m'\,\mathrm{F}\,t$$

Cette formule nous montre que le premier et le second principe mécanique de la chaleur ne peuvent s'appliquer aux liquides que si l'on considère comme *quantité de chaleur* leur *force vive totale*.

Dans les corps solides, nous n'avons envisagé comme chaleur que le *mouvement vibratoire* résultant exclusivement de l'action des forces moléculaires.

On peut aussi déduire de cette équation une conséquence importante, c'est que la *température moléculaire liquide* est *toujours inférieure* à celle du corps solide qui contient le liquide.

Les mêmes raisonnements nous conduiront à l'étude du changement des liquides en vapeur. Seulement ici le problème se complique, car les variations de pression jouent un rôle prépondérant. Afin de rendre visible les phénomènes physiques qui se passent pendant le changement d'état de liquide en gaz, nous supposerons que l'on introduise dans un réservoir absolument privé d'air une certaine quantité de liquide quelconque, de l'eau par exemple.

La glace a été fondue et le liquide est maintenu à une température supérieure à 0°.

Nous savons que les *interférences positives* des oscillations calorifiques ont amené la fusion de la glace, ce sont elles aussi qui seront la cause de la vaporisation de l'eau.

Ces interférences positives se produisent dans tous les points du liquide, à la surface comme en son milieu, avec des degrés infinis d'intensité dans l'amplitude des oscillations calorifiques.

Les interférences maximales doivent séparer les atomes gazeux réunis dans la molécule liquide et les mettre en liberté.

Le nombre de ces interférences maximales dépend de la température du liquide et de la nature de ce liquide.

Tous les atomes gazeux qui se forment dans le sein du liquide sous l'influence des interférences maximales se reconstituent en liquide, sous l'influence inverse des interférences minimales qui sont en nombre égal, elles sont donc sans effet sur la production des vapeurs. Il n'en est pas de même des interférences maximales qui se passent *sur la surface libre du liquide*.

Toute molécule désagrégée abandonne dans l'espace qui domine le liquide et que nous avons supposé absolument vide, au minimum un atome gazeux, car l'autre atome (dans le cas le plus simple) peut être conservé dans le liquide sous l'influence d'une décomposition voisine et d'une interférence négative.

Ainsi à chaque interférence positive qui a été suffisamment énergique pour décomposer une molécule liquide, un atome gazeux est lancé dans l'espace au-dessus de la surface.

On peut calculer, en se basant sur l'expérience, que pendant une seconde, et sur une étendue d'un décimètre carré, il s'échappe plusieurs millions d'atomes gazeux de la surface de l'eau à 15°.

Tous ces atomes entièrement libres sont projetés

constamment les uns après les autres ; ils épuiseraient promptement la quantité de liquide introduite si l'espace dans lequel ils peuvent se répandre était considérable et si l'on rendait constamment au liquide sous forme de chaleur la force vive consommée par ces interférences et cette vaporisation, quantité de chaleur qui se nomme *chaleur latente* de vaporisation.

Que deviennent ces atomes gazeux lorsqu'ils sont confinés dans un espace restreint ?

Ils viennent choquer les parois du récipient qui sont elles-mêmes soumises à l'action de la chaleur. Chaque molécule solide oscille sous l'influence de la température t du réservoir et la force vive de ces oscillations se communique promptement aux vapeurs de manière à amener l'équilibre thermique.

Ici encore nous pouvons décomposer la force vive totale des atomes gazeux en deux parties très distinctes : la *force vive calorifique atomique,* soit la chaleur représentée par les oscillations des éléments constitutifs chimiques de la vapeur et la force vive de translation des particules gazeuses.

Pour les vapeurs, cette force vive de translation devient considérable. Conservant à u et à v les mêmes significations que pour les liquides, nous avons encore pour les gaz la relation donnée par l'équilibre thermique obtenu entre le gaz et le solide :

$$m\left(\frac{u^2+v^2}{2}\right) = m'\mathrm{F}\,t$$

Dans cette expression m est la masse de l'atome gazeux et m' la masse de la molécule solide des parois du réservoir.

Ainsi que M. Clausius l'a montré dans ses brillants travaux sur la théorie des gaz, la pression que les vapeurs exercent contre les parois est une fonction de la vitesse de translation. On connaît donc pour les vapeurs la vitesse de translation des atomes quand on connaît la pression qu'ils exercent dans un espace déterminé.

Appelant P la pression, V le volume qui contient les vapeurs et v la vitesse de translation de n atomes gazeux, MM. Krönig et Clausius donnent l'équation :

$$PV = \frac{nmv^2}{3}$$

Cette équation nous permettra toujours de connaître un des éléments de la force vive totale des vapeurs.

Avant d'expliquer comment s'obtiennent les *tensions maxima* des vapeurs en vase clos, il nous paraît utile d'appuyer encore une fois sur les conditions de l'*équilibre thermique* des atomes gazeux avec les molécules solides, conditions qui entraînent deux définitions pour les mots *chaleur* et *température* appliquées aux gaz. Nous appellerons :

Chaleur atomique la force vive du mouvement vibratoire dans l'atome gazeux indépendamment de son mouvement de translation, et *température atomique* l'amplitude des oscillations calorifiques qui se produisent dans l'atome.

La force vive de translation *s'annule pendant le choc de l'atome gazeux contre la molécule solide des parois.* Dans cet instant très court v devient nulle et le mouvement oscillatoire intérieur représente la totalité de la force vive que contient l'atome gazeux. Cette quan-

tité de force vive est exactement égale à la force vive moléculaire du corps solide quand l'équilibre thermique a lieu. Si la vibration du solide présente une force vive plus considérable, il y *aura passage de chaleur du solide au gaz* et réciproquement dans le cas contraire.

On voit par là que la *température atomique* est maximum dans la zone de contact avec les corps solides au point où la vitesse de translation change de signe.

La *température atomique* sera également supérieure à la moyenne, dans tous les cas de chocs de deux atomes cheminant dans des directions opposées.

On peut se rendre compte mécaniquement de la possibilité de l'*équilibre thermique* stable maintenu entre deux ou plusieurs corps n'*ayant pas la même température;* cette question est si importante à bien éclaircir que nous allons en donner un exemple.

Un boulet lancé par un canon conserve durant tout son trajet la *même température* si l'on néglige la chaleur produite par la combustion de la poudre et par les frottements et la compression de l'air.

Il en sera de même de tout corps solide grand ou petit que nous supposerons cheminant dans l'espace.

Supposons, pour rendre la démonstration tout à fait claire, que nous suspendions dans une chambre une surface solide qui serait au zéro absolu de température et que nous dirigions contre cette surface des balles également solides et aussi au *zéro absolu.*

Nous admettons que la surface et les balles soient des corps parfaitement *élastiques.*

Chaque balle qui viendra frapper la surface transformera sa force vive de translation en mouvement oscillatoire calorifique, mais si elle reprend sa vitesse initiale après le choc, la *chaleur* aura disparu. Or, pendant le choc elle a communiqué aux molécules solides de la surface, une petite quantité de la chaleur qui s'est développée par l'annulation de sa vitesse de translation, donc *la balle ne pourra pas repartir avec une vitesse égale à sa vitesse initiale*. Elle aura abandonné une petite portion de sa force vive à la surface solide; la température de cette surface s'élèvera donc légèrement et montera progressivement après le choc de chaque balle. Le phénomène s'arrêtera de lui-même quand les balles reprendront après le choc leur vitesse initiale, c'est-à-dire quand elles ne communiqueront plus de force vive à la surface. On voit par ce qui précède que toutes les balles qui cheminent dans la chambre, bien qu'au zéro absolu pendant le mouvement, seront en équilibre thermique stable avec une surface dont la température sera sensiblement plus élevée.

C'est exactement ce qui se passe avec les vapeurs contenues dans une chambre fermée.

Ainsi, comme nous le disions, sous l'influence des interférences positives du liquide, les molécules superficielles se transforment en atomes gazeux qui se répandent dans l'espace vide supérieur.

Si l'on ne considérait que ce phénomène de désagrégation, la pression P qui agit contre les parois du réservoir *deviendrait infinie,* car à chaque instant de nouvelles quantités d'atomes sont projetées hors de la surface libre du liquide.

Mais sur cette surface libre, un nombre considérable d'atomes viennent exercer leur choc, et tous ceux qui tombent sur des interférences négatives sont retenus dans le liquide, puisqu'ils ont perdu pendant le choc une trop grande quantité de force vive pour pouvoir sortir du champ d'action de l'attraction moléculaire.

Nous avons ainsi deux phénomènes en présence, l'un consiste dans la désagrégation du liquide ou *vaporisation,* l'autre est la reconstitution du *liquide* ou *condensation.*

Au début de l'expérience, nous avons supposé le vide absolu sur le liquide, le second phénomène, la *condensation,* est donc impossible; il faut que le premier seul se produise, de là la nécessité absolue d'une certaine tension de vapeur à *n'importe quelle température.*

Lorsque le nombre d'atomes qui retournent dans le liquide par la condensation est égal au nombre d'atomes qui ont été évaporés dans le même temps, la pression est devenue *maximum,* car si on la suppose plus forte, pour un instant, la condensation l'emportera sur l'évaporation ou *vice versa.* Ainsi la pression P, qui correspond à la tension maximum d'une vapeur quelconque, est liée au nombre d'interférences positives et négatives qui se produisent dans un liquide, donc à la *température de ce liquide;* elle est liée aussi aux forces moléculaires intérieures, donc à la *chaleur spécifique.*

Maintenant si nous cherchons quels doivent être les changements de la valeur de P quand on ne fait varier

que la température du liquide, nous avons tous les éléments qui sont nécessaires pour les calculer.

Nous savons que la désagrégation est le travail mécanique effectué par la *chaleur latente* fournie, nous connaissons le nombre d'atomes par la densité du gaz et du liquide, et nous savons par le second principe quel est le maximum de travail que l'on peut sortir d'une calorie quand on fait descendre la température du corps sans chute, d'une valeur supérieure à une autre inférieure. Nous n'avons donc qu'à exprimer le travail fourni par le changement de P et V en fonction du second principe et en fonction des quantités de chaleur fournies, nous sortirons de cette équation dynamique la valeur de la variable P en fonction de l'autre variable t.

Ce calcul effectué nous a conduit à la formule suivante :

$$\left(\frac{P'}{P}\right) = \frac{[\lambda' + (c-k)\,(t'-t)]\;431 \times 1.293\;\delta\,(t'-t) \times 274}{10333\;[(274+t')^2 - (274+t')\,t' - t)]}$$

Dans cette formule l signifie logarithme népérien et λ' P' et t' sont les constantes prises comme bases du calcul.

Les lettres c, k et δ représentent les chaleurs spécifiques du liquide et de sa vapeur, et la densité sous la pression atmosphérique.

Au moyen de ces relations, le calcul des *chaleurs latentes* et l'étude de leurs propriétés peuvent s'effectuer avec la plus grande simplicité[1].

[1] *Archives*, janvier 1876, tome LV, p. 66 ; janvier 1878, tome LXI, p. 16 ; décembre 1878, tome LXIV, p. 185.

Nous ne pouvons donner ici les développements de ce sujet.

Toute notre théorie est donc déductive et découle des lois du mouvement et des définitions premières.

Nous devons en conséquence pouvoir les généraliser en chimie comme en physique.

Voici entre autres l'explication, par l'emploi des considérations précédentes, d'un phénomène bien connu.

On sait que la glace mise dans la chambre barométrique donne une certaine tension de vapeur sans qu'on voie aucune trace de liquide; comment l'expliquer?

Nous savons qu'à la surface extérieure du corps solide les interférences positives doivent sur certains points provoquer la *fusion* de quelques molécules, mais après un instant très court, une interférence négative amène de nouveau leur congélation. On peut donc concevoir la surface d'un morceau de glace comme un canevas dont une partie des mailles seraient des éléments liquides et les autres des éléments solides.

Les interférences positives qui se manifestent également dans les parties liquides superficielles amènent la vaporisation d'une fraction de cette eau. Ainsi la glace elle-même doit donner des tensions de vapeur.

Si l'on veut une preuve de même ordre de l'*existence réelle* de ces phénomènes thermiques, on peut prendre un morceau de glace à —5° par exemple et un morceau de sel ayant aussi une température de —5° En les réunissant la température descend immédiatement sur la surface de contact à —19°, et pourtant ce sont deux corps solides au moment où ils se touchent.

Toutes les molécules liquides qui se forment pendant un instant très court à la surface de la glace dissolvent une petite quantité de sel qui empêche cette eau salée de se congeler de nouveau sous l'influence des interférences négatives. Ainsi la *fusion* est stable mais elle a été la source d'une dépense de force vive au détriment de celle du corps solide, par conséquent la longueur moyenne des oscillations du corps solide va décroître, la température baisse, et elle baissera jusqu'au point où la *dissolution saline* pourra reprendre la forme solide, car alors la cause du phénomène disparaît.

On sait que cette loi est générale et que la limite assignée aux basses températures par les mélanges réfrigérants est toujours celle du point de cristallisation de la solution saturée.

Enfin nous pouvons donner une preuve expérimentale des deux phénomènes concomitants de l'*évaporation* et de la *condensation* des liquides par l'action combinée de plusieurs liquides volatils introduits simultanément dans le même espace clos.

L'explication rationnelle des modifications des pressions dans le réservoir commun se déduit directement des équations du mouvement et l'on voit apparaître dans ce cas particulier un nouveau facteur, c'est le *diamètre des atomes gazeux.*

Les *lois de Bertholet,* qui sont un des liens les plus importants entre les phénomènes physiques et chimiques, peuvent toutes s'expliquer de la même manière et dépendent entièrement des équations fondamentales du mouvement vibratoire moléculaire associées aux propriétés dissolvantes et volatiles des liquides.

Nous ne pouvons pas, dans un article aussi restreint, exposer les considérations qui concernent l'action combinée des liquides volatils ni les phénomènes de thermochimie, mais nous indiquons ces points comme des plus intéressants dans l'étude de la thermodynamique.

V

Dans le dernier chapitre nous avons cherché à différencier nettement les caractères des mouvements calorifiques suivant qu'ils se passent dans les solides, les liquides ou les gaz.

Nous sommes arrivé à cette conclusion, c'est que, pour que l'on puisse généraliser dans toute la nature les deux principes fondamentaux de la théorie mécanique de la chaleur, il faut, pour les *liquides* et pour les *gaz*, considérer comme quantité de chaleur la *totalité de force vive* qu'ils contiennent, par opposition aux *solides* dans lesquels nous n'envisageons que le *mouvement vibratoire seul*.

Nous pouvons donc, sans courir le risque de confusions, examiner la *cause des anomalies de la loi de Mariotte*.

Nous dirons d'abord que les *anomalies de la loi de Mariotte* sont la règle et non l'exception, car la loi de Mariotte suppose des conditions très différentes de celles que présentent tous les gaz.

Exposons en peu de mots en quoi consistent ces anomalies.

Nous avons un gaz sous une certaine pression dans un cylindre. Un piston hermétique comprime ce gaz, et la compression se fait assez lentement pour que la chaleur développée soit constamment enlevée par les parois du cylindre supposées entièrement conductrices.

Le produit PV de la pression par le volume qu'occupe le gaz à un moment quelconque n'est pas constant; il devrait l'être d'après la loi de Mariotte.

L'expérience apprend que tous les gaz suivent exactement la loi de Mariotte tant que P est petit et V relativement grand ; mais plus le rapport de ces deux quantités change, plus les anomalies s'accentuent.

Lorsque la pression P devient égale à la *tension maximale* des vapeurs pour la température du cylindre, la pression devient indépendante du volume et alors la loi de Mariotte ne signifie plus rien, puisqu'elle est absolument renversée.

Enfin, quand toute la vapeur est liquéfiée, la pression P peut devenir considérable sans que V change notablement, puisque les liquides sont à peu près incompressibles.

Ainsi, on peut constamment observer trois périodes bien distinctes dans la compression de tous les gaz.

Dans la première, correspondant à des pressions faibles de P, la loi de Mariotte s'explique exactement; PV est constant.

Dans la deuxième, le produit PV devient *de plus en*

plus petit, cette seconde période s'étend jusqu'à la liquéfaction complète des vapeurs.

Dans la troisième période le produit PV devient *infiniment grand.*

En traçant les courbes du produit PV d'une même masse gazeuse, lorsqu'on suppose que la *température du cylindre* s'élève progressivement, on voit aisément que la *seconde période* devient de plus en plus courte et qu'elle tend à disparaître pour les *hautes températures.*

En effet, voici comment la température influence le phénomène de la compression : Pour une masse gazeuse qui est sous une pression P très voisine de sa tension maximum, mais inférieure, la loi de Mariotte suppose que tous les atomes gazeux conservent cet état physique. Si cela était exact, la loi devrait se vérifier expérimentalement.

M. Clausius admet que les forces moléculaires commencent déjà à se faire sentir lorsque l'on rapproche par la pression les atomes gazeux et que cette force tend à diminuer la pression exercée par les gaz contre les parois du réservoir.

Nous avons introduit ce facteur dans nos équations et le résultat a été une conclusion *diamétralement contraire.* Si l'on suppose que les atomes restent gazeux dans une enceinte et que, sous l'action de la pression qui les rapproche, on laisse agir leur *potentiel attractif,* le résultat est une augmentation de vitesse de tous les atomes, augmentation qui devrait entraîner un *renforcement de la pression,* et c'est justement le phénomène inverse que l'on observe.

Nous ferons ici intervenir, ainsi que le calcul l'indique, les *interférences calorifiques*. Dans le milieu gazeux, sous quelque pression qu'il soit soumis, il y a certains points qui sont en interférences positives, d'autres en interférences négatives.

Tous les points qui sont en *interférences négatives* seront le siège, durant un instant très court, d'une liquéfaction partielle, de là formation d'une ou plusieurs molécules liquides. Peu d'instants plus tard une interférence positive produira l'évaporation de cette petite *vésicule* liquide qui n'aura subsisté qu'une fraction infinitésimale de seconde.

Ainsi, dans toute masse gazeuse, à chaque interférence négative, il y aura une tendance d'autant plus marquée à la liquéfaction que la pression P sera plus forte.

Au moment où P sera égale à la tension maximum, cet état vésiculaire *deviendra stable* et c'est à la précipitation de tous ces petits embryons liquides que l'on devra l'apparition des *premières gouttes* visibles à l'œil.

Nous pouvons donc décomposer le poids R d'une masse gazeuse en deux parties, la première représente à un moment quelconque le poids du gaz qui conserve l'état gazeux, nous l'appellerons p; la seconde p' représente le poids des éléments liquides qui se trouvent au même instant disséminés dans tout le gaz à chaque interférence minimum capable d'amener la liquéfaction sous la pression P et la température t.

Le poids de gaz R est donc exprimé par la relation :

$$R = p + p'$$

Mais tout phénomène de condensation augmente la densité du gaz, donc le produit PV de la masse R sera d'autant plus petit que p' sera plus fort.

Quand la liquéfaction est totale on a :

$$R = p'$$

et

$$r = o$$

Quand la température restant la même, P est très petit, il vient à la limite :

$$R = p$$

$$p' = o$$

Les deux premières périodes de la compression des vapeurs se trouvent ainsi entièrement expliquées, elles sont l'expression de ce grand proverbe : *natura non fecit saltus.*

Enfin, l'on peut également démontrer que, si l'on élève progressivement la température de la *masse gazeuse,* le nombre des interférences négatives est pour la tension maximum à saturation proportionnel à la température.

Donc le poids p' du gaz condensé doit être proportionnel aux températures.

On déduit aisément de ces considérations que la densité des vapeurs saturées doit augmenter *suivant une fonction linéaire de la température.*

La vérification expérimentale n'a été faite que pour la vapeur d'eau et elle confirme entièrement cette déduction.

Si maintenant on opère la compression des gaz dans un cylindre dont la température soit très élevée, les gaz comprimés partageront les propriétés des liquides

et des gaz au prorata des valeurs de p et de p'. Le volume des gaz comprimés conservera encore une certaine compressibilité, mais le volume disponible dans lequel on pourra encore introduire de petites masses gazeuses, sera le volume total, moins le volume occupé par le liquide déjà formé p'. On voit donc que le produit PV deviendra de plus en plus grand et qu'il converge vers l'infini à cause de l'impénétrabilité de la matière.

L'hydrogène, dont le point de condensation est le plus bas de tous les gaz, présente déjà aux températures ordinaires le caractère que nous venons de décrire, le produit PV augmente constamment. Il n'est pas douteux que si l'on comprimait l'hydrogène à —200° dans un appareil de Mariotte, on le verrait d'abord donner pour PV des produits plus petits jusqu'à sa liquéfaction, puis passer à la troisième période.

Ce qui caractérise surtout l'état liquide du gaz dans cette troisième période, correspondant, d'après M. Andrews, à l'*état critique* des gaz, c'est que le liquide ne se voit pas à l'œil, il ne se montre pas au bas du réservoir qui contient le gaz comprimé. En effet, les interférences positives transforment presque instantanément en vapeur les particules liquides formées, particules qui se reconstituent dans le même espace de temps dans d'autres points du réservoir.

Les questions qui se rattachent au sujet que nous venons de traiter demandent toutes de nombreux développements analytiques et expérimentaux; nous avons voulu donner simplement dans ces pages une esquisse des méthodes employées pour l'étude des

phénomènes thermiques et thermochimiques indissolublement liés actuellement par de nombreux points communs.

Nous renvoyons à notre ouvrage sur la synthèse de la chaleur pour tous les détails de ce travail.

ESSAI D'UNE MÉTHODE GÉNÉRALE

DE

SYNTHÈSE CHIMIQUE

ESSAI D'UNE MÉTHODE GÉNÉRALE

DE

SYNTHÈSE CHIMIQUE

INTRODUCTION

Lorsque, aujourd'hui, dans un laboratoire, on veut obtenir quelque corps par *voie synthétique,* la marche à suivre est fort compliquée, surtout si le corps cherché appartient à la chimie appelée *organique*. Les méthodes consistent en une série de méandres opératoires tortueux, disposés à la suite les uns des autres et dont le rôle de chacun est d'apporter au noyau primitif quelque élément constitutif nouveau, tantôt on ajoute ou l'on retranche de l'oxygène, tantôt on substitue à l'hydrogène un métal ou un radical binaire, etc., etc. Toutes ces réactions, dictées par le génie plus ou moins ingénieux du chimiste, conduisent souvent à des réactions si complexes et si variables suivant les conditions de température et sui-

vant les masses des corps engagées dans ces réactions, que l'on peut encore maintenant considérer cette branche de la chimie comme étant dans l'enfance. Le plus souvent on marche « *à l'aveuglette* » dans ce dédale de combinaisons multiples permettant à toute une catégorie de corps d'agir *simultanément* sur une foule d'autres corps *présents* ou en *formation*.

Les brillants travaux des Bayr, Hofmann, Græbe sur les synthèses de l'indigo, des couleurs d'aniline, de l'alizarine, etc., etc., sont une éclatante démonstration de notre thèse : pour l'heure une synthèse chimique réalisée est l'heureuse solution due au génie d'un maître.

Nous pouvons comparer la synthèse chimique à la *géométrie :* pour démontrer un théorème de géométrie, il faut *inventer* une disposition de lignes permettant la démonstration rigoureuse d'une proposition, non évidente par elle-même. Ne pourrait-on pas en *chimie* remplacer les méthodes géométriques par les *procédés de l'analyse mathématique,* c'est-à-dire par une *marche rationnelle certaine,* allant des origines du problème à sa solution sans incertitude et par un chemin continu ?

Telle est la question que nous nous sommes posée depuis bien des années et dont nous donnons ici une première réponse encore timide et mal affermie.

L'essai d'une méthode générale de synthèse chimique que nous esquissons dans ce mémoire, est basé entièrement sur une *conception mécanique de tous les phénomènes de la nature, y compris la vie végétative.* Lorsque les *équations de l'astronomie,* ou plutôt les

fonctions générales de l'*attraction universelle,* exprimées pour *toutes les distances,* donneront une *explication rationnelle* de la *physique* et de la *chimie,* on pourra calculer une réaction comme on prévoit une éclipse; on déterminera une tension maximum de vapeur comme une chaleur latente, etc., ce seront des phénomènes du même ordre. La *mécanique rationnelle* deviendra la *science universelle.*

La synthèse chimique ne sera dans cette direction qu'une application directe des principes connus et le *génie* fera place à la connaissance des lois formelles directement appliquées dans chaque cas particulier. On aura passé ainsi de la *géométrie* à l'*analyse mathématique.*

Ce résultat est le *but* qui ne sera probablement atteint que dans les siècles futurs; maintenant, il faut surtout préciser le problème et éviter toutes les équivoques en employant un langage précis dont chaque terme soit complètement défini.

La première difficulté très grande qui s'est présentée et qui aujourd'hui encore est un terrain de combat, c'est la *terminologie,* employée dans la science actuelle pour exprimer les phénomènes. En *mécanique* nous avons *trois unités* si claires, si précises, qu'elles peuvent servir sans aucune crainte d'erreur ou de confusion à exprimer tous les mouvements : l'*espace,* l'*effort musculaire,* le *temps.*

En combinant l'*espace* avec l'*effort* on arrive à la notion du *travail mécanique.* En combinant l'*espace* avec le *temps* on acquiert la notion de *vitesse.* En combinant la *vitesse* des corps, *observée* sous l'influence

des *efforts,* ou des *forces,* on obtient la *notion expérimentale* de la *masse* des corps. Et c'est *tout !* La mécanique n'emploie pas d'autres unités, c'est ce qui fait sa puissance, sa clarté infinie ! Nous sentons dans tout notre être la *mécanique* par le jeu musculaire volontaire de notre corps. La conception de tous les éléments du calcul astronomique, en mécanique, se ramène en dernière analyse à des *impressions sensorielles* communes à tous les hommes et sur lesquelles, à l'exception de beaucoup d'autres, ils sont tous d'accord : la *conscience de l'effort.*

Mais en *physique* et en *chimie,* quelle confusion ! Nous trouvons la *température,* la *calorie,* la *conductibilité,* la *cohésion,* l'*affinité,* les *chaleurs latentes,* les *chaleurs spécifiques,* etc., etc. Tout cela doit se ramener aux trois *facteurs primordiaux, espace, force, temps,* et à leurs dérivés immédiats, *travail, vitesse, masse !* Sinon, pas de physique ni de chimie mécaniques ! C'est là l'objectif actuel de la *thermodynamique* et de la *dynamochimie.*

Nous commencerons l'étude qui va nous occuper en montrant que la physique et la chimie, et tout particulièrement la chimie, ont trouvé dans la thermodynamique des facteurs puissants de développement par la production artificielle et l'utilisation des *basses températures.* On peut dire que dans cette direction, la *théorie pure* et l'*appareil* lui-même s'unissent intimement, pour constituer un domaine spécial du plus haut intérêt. Nous tâcherons de montrer le rôle caractéristique que jouent les *basses températures* pour hâter la solution des problèmes posés dans le sens où nous

venons de l'indiquer dans cette introduction et nous partirons de là pour fonder une méthode générale de synthèse chimique.

I

Et d'abord, quelle est la définition de la *température ?* A l'origine, le tact de la main était le seul thermomètre connu. Suivant les impressions perçues on disait : froid, tiède, chaud, brûlant ! comme on dit d'un tableau, il est laid, médiocre, superbe ! Mesurer la *température* était autrefois un *travail psychique* analogue à la mesure de la *beauté :* on appréciait une sensation.

Or, d'après ce que nous avons dit, il faut à tout prix ramener la *notion de température* aux *éléments mécaniques* et s'arranger de telle sorte que ce soit le *système musculaire* du bras, et plus le *tact* de la main, *qui mesure les températures.* Pour cette partie du problème, on peut la considérer comme résolue ! A l'inverse de la beauté (qui restera, heureusement, toujours inaccessible à la mécanique, précieux apanage des fonctions esthétiques de l'âme !) la température est *mesurable* en faisant complètement abstraction des impressions tactiles. Ici nous devons entrer à pleines voiles dans les *hypothèses nécessaires* sur la constitution des corps et les mouvements calorifiques.

Nous admettons que les corps sont composés d'une

infinie quantité de *petites masses* de matières appelées *atomes* ou *molécules* suivant leur plus ou moins grande complexité. Chaque atome et molécule est noyé dans l'*éther,* fluide *sans masse appréciable,* mais parfaitement élastique et *attiré fortement par la matière*. La matière attire la matière suivant la fonction newtonienne, corrigée pour les distances très petites, donc les atomes et les molécules *s'attirent* les uns les autres. Ils arriveraient au contact parfait si un conflit ne surgissait pas entre l'attraction de la matière ou l'éther, et celle de la matière pour la matière.

En admettant avec Lamé et d'autres auteurs que la fonction d'attraction croisse plus vite pour l'attraction de la matière pour l'éther que pour la fonction newtonienne, il résulte que deux parties constituantes d'un corps *ne se toucheront pas,* mais resteront en *équilibre stable* à une *certaine distance* déterminée qui ne se modifiera jamais par l'action seule de la force d'attraction.

Pour bien faire entendre ce point capital dans cette théorie, imaginons dans les espaces sidéraux supposés vidés de toute autre matière pondérable, deux atomes libres de leurs mouvements et chutant l'un sur l'autre, retenus par deux dynamomètres très sensibles qui mesurent à chaque instant la *force d'attraction* de ces deux atomes pendant qu'ils se rapprochent : à l'infini les attractions seraient *nulles* ou presque nulles ; les distances deviennent-elles progressivement plus petites, les attractions croissent en raison *inverse du carré des distances,* la fonction newtonienne pure peut s'appliquer, les distances sont-elles

très petites, le conflit des deux attractions se fait sentir, l'effet de l'éther s'oppose à l'attraction dans le voisinage de la position d'équilibre stable; enfin arrivé à cette distance limite, les deux atomes seraient abandonnés *sans choc* pour les deux dynamomètres, lesquels seraient au zéro indiquant un *effort d'attraction nul.*

En chutant l'un sur l'autre de l'infinie distance au départ à cette position limite, voisine du contact, ces deux atomes auraient épuisé complètement leur capital d'attraction, soit leur *potentiel,* pour employer le mot exprimant cette notion. Ils seraient incapables de produire aucun mouvement puisqu'ils ne seraient plus sollicités par aucune force dans aucune direction.

Imaginons donc un corps constitué par l'agglomération de quelques milliards d'atomes, tous réunis ensemble dans cette position d'équilibre finale, nous aurons ainsi une *masse* matérielle dépourvue de *tout mouvement, incapable d'en produire* et représentant la *mort* aussi exactement que notre imagination peut se la figurer.

Ce corps inerte *sera au zéro absolu des températures,* sera infiniment *froid.*

Vient-on à communiquer à ce corps de l'*énergie* sous une forme quelconque, en le frappant par exemple, aussitôt les parties constituantes quitteront la position d'équilibre qu'elles occupaient et se mettront à *osciller* autour de cette position d'équilibre; tantôt elles se rapprocheront davantage et seront alors *repoussées* par l'action prépondérante de l'éther, tantôt elles s'écarteront les unes des autres et leur attraction réciproque les ramènera vers leur position d'équilibre.

Nous voyons très clairement ce mouvement oscillatoire s'établir et représenter l'*équivalence mécanique* de l'énergie cédée au corps.

Il est clair que le centre de gravité du corps est resté *immobile;* sans cela une partie de l'énergie fournie au corps se serait trouvée transformée en *mouvement de translation* qui rentrerait dans l'étude de la *balistique* et non plus dans la *thermodynamique.*

Nous ne nous occupons donc que des *mouvements oscillatoires* et ce sont eux qui vont nous fournir les définitions rationnelles de la terminologie employée en thermodynamique.

Nous avons dit en effet que nous devons ramener tous les termes *sans exception* aux six facteurs de la mécanique rationnelle; les mots *température, chaleur, chaleur spécifique, chaleur latente,* etc., doivent donc être des dérivés directs de l'*espace, de la force* et du *temps,* combinés sous toutes les formes possibles.

Le mouvement oscillatoire que nous avons décrit comme devant être le *résultat nécessaire* de la transformation de l'énergie dans le corps considéré, nous fournit deux facteurs immédiats : l'*amplitude* de l'*oscillation,* puis la *force moyenne* qu'indiquerait le dynamomètre si on le promenait le long de l'« *orbite moléculaire* » décrite par chaque particule en retenant la molécule dans sa course.

Le produit des *chemins parcourus* par l'*attraction correspondante* représente le *travail* en kilogrammètres accumulé par le mouvement oscillatoire de chaque molécule dans sa masse.

En somme, il faut *intégrer* le produit des chemins

parcourus par l'attraction correspondante exprimée en fonction des mêmes positions dans l'espace, faire cette intégration pour chaque molécule, faire ensuite la somme des éléments du travail pour avoir l'énergie totale actuelle du corps.

Le calcul ainsi fait **se ramène aux équations de la mécanique céleste.**

Appelons donc par *définition :*

1. **Température** : L'*amplitude moyenne* des oscillations vibratoires (projection de l'orbite moléculaire sur les trois axes).

2. **Chaleur spécifique** : l'*attraction moyenne* du corps sur la molécule considérée à un moment quelconque.

Nous aurons comme conséquences immédiates les autres définitions suivantes :

3. **Quantité de chaleur** : Produit de la *température* (espace parcouru) par la *chaleur spécifique* (force moyenne agissant sur l'espace parcouru) ou quantité d'*énergie actuelle* d'un corps.

4. La **température** est donc proportionnelle à la **force vive** des molécules d'un corps.

5. Le **poids atomique** de la plus petite particule du corps, servira au calcul des *masses,* des *forces vives* et des *vitesses*.

6. L'augmentation du **volume apparent** d'un corps, soit sa **dilatation,** servira pour mesurer une valeur approchée de sa *température* et la quantité de chaleur qu'il contient, etc., etc.

Nous n'indiquerons ici qu'une partie des déductions immédiates qui se dégagent de ces hypothèses sur la

constitution des corps, renvoyant pour plus de détails à un mémoire paru il y a déjà treize ans sur la « **synthèse de la chaleur** [1]. »

Qu'il suffise de rappeler ici que toutes les lois connues en thermodynamique se déduisent aisément des conditions initiales admises par cette hypothèse, ainsi que des définitions établies.

Plusieurs lois concernant des *rapports simples* entre les températures de fusion des corps, les poids atomiques, les densités, les coefficients de dilatation ont été *d'abord déduites par le calcul,* puis vérifiées expérimentalement plus tard. Nous appuyons sur ce point car ainsi qu'on va le voir, ce sont les mêmes idées, les mêmes hypothèses qui vont tracer les grandes lignes du rôle des basses températures en science et particulièrement en chimie.

Pour bien faire entendre ces points qui commandent toute cette étude, nous devons dès maintenant établir les démarcations essentielles qui séparent la *physique* de la *chimie* au point de vue *mécanique*. Lorsque ces différences fondamentales seront bien saisies, les rapports entre ces deux sciences jumelles n'en deviendront que plus lumineux et l'on verra que la *même mécanique* les embrasse et les confond dans les mêmes équations.

Reprenons pour un instant la formation d'un corps quelconque par la juxtaposition de ses éléments constitutifs tels qu'ils sont connus actuellement en chimie.

[1] Voir page 489.

Prenons 1 kilogramme *de soufre* par exemple.

Nous ferons tomber des espaces sidéraux en un point quelconque la totalité des éléments atomiques appelés soufre et dont la *masse totale* correspond à celle de 1 kilogramme.

Ces éléments transforment en *travail de chute* la *totalité de leur potentiel* et l'on obtient 1 kilogramme de soufre au zéro absolu de température. Faisons de même pour 1 kilogramme d'oxygène qui nous fournira, au zéro absolu, *un autre corps* absolument inerte mais ayant la même masse : celle de 1 kilogramme.

Dans ces deux cas nous n'avons mis en activité que des *potentiels physiques,* c'est-à-dire des *attractions* qui s'exercent entre des particules *ayant la même constitution intérieure.*

Une *molécule de soufre* attire une *molécule de soufre,* puis une autre et ainsi de suite.

De même une *molécule d'oxygène* attire une autre *molécule d'oxygène* jusqu'à l'épuisement de 1 kilogramme, somme totale du corps.

Dans ces phénomènes d'attraction, *l'ordre dans lequel* chaque molécule vient prendre son rang *n'a aucune importance,* puisque toutes les molécules *sont identiques entre elles.*

Donc, dans tous les *phénomènes physiques* la répartition topographique des divers atomes d'un même corps entre eux est réglée par la *pression* extérieure et par la *température* uniquement. L'**interchangeabilité** de ces atomes supprime tout effet quant à leur ordre de marche sur le centre d'attraction.

Les phénomènes de condensation de l'*état gazeux* à

l'*état liquide*, de l'*état liquide* à l'*état solide*, la *cristallisation* de tous les corps, sont le résultat de la *cohésion*, force qui représente en *physique moléculaire*, la *gravitation* dans la *mécanique céleste*.

Un tout autre phénomène se passe lorsqu'une *masse d'oxygène* se trouve en présence d'une *masse de soufre*, les deux éléments en présence sont *hétérogènes* et le potentiel mis en activité est le *potentiel d'attraction chimique* ou de l'*affinité*.

L'expérience enseigne que les phénomènes chimiques se produisent dans des conditions tout autres :

La « *condensation* » du soufre avec l'oxygène exige une *proportion définie* dans les masses en présence.

Elle exige aussi une **certaine température initiale.**

Elle peut se faire entre les deux mêmes corps en plusieurs proportions et les masses engagées dans chaque combinaison sont des *multiples exacts* des *masses premières*.

Les *pouvoirs d'attraction* se modifient puissamment selon le degré de combinaison déjà réalisé par un corps.

En reprenant notre exemple des deux masses d'oxygène et de soufre en présence *au zéro absolu* et en mettant ces corps au contact, on constate que, même pressés l'un contre l'autre fortement et chauffés, il faut *élever très fortement la température* pour que la *combinaison*, ou la *chute chimique*, de l'oxygène sur le soufre commence.

On observe en même temps deux faits :

La quantité de chaleur dégagée par le *potentiel*

chimique pendant la réaction est très supérieure à la quantité de chaleur dégagée par le même poids d'oxygène seul condensé, plus la quantité de chaleur que fournirait la condensation du poids du soufre engagé dans la réaction.

En outre, l'*oxygène d'une part,* le soufre de l'autre, se condensent tous deux sous l'effet *de températures inférieures* à celle qui est nécessaire à la combinaison des deux éléments.

Il nous faut mettre ce paradoxe bien en lumière :

Puisque un certain poids de soufre en s'unissant à un certain poids d'oxygène produit *plus de chaleur* que la condensation *des deux composants,* il faut nécessairement admettre que le *potentiel chimique* dans ce cas est *plus puissant* que le *potentiel physique* des deux masses et pourtant la *cohésion* opère à une température où l'*affinité* des deux mêmes corps, *plus puissante,* ne peut produire aucun phénomène ?

Comment expliquer cela ?

Traduisons ce paradoxe suivant nos définitions adoptées. Un poids A d'oxygène, séparé d'un autre poids A d'oxygène par une distance *l,* correspondant à la longueur de l'oscillation calorique due à la température *t,* s'associe par *cohésion* à cette molécule.

Ce même poids A d'oxygène attirant une masse B de soufre avec une *affinité plus puissante* que la *cohésion* de A pour A et maintenue à la même distance *l,* due à la température *t, ne s'associe pas* au soufre. On doit *élever la température,* augmenter la distance moyenne de *l,* et tout à coup la réunion de A B s'effectue !

En outre la réaction est très modifiable suivant les masses d'oxygène et de soufre en présence et suivant la présence d'*autres corps* au moment de la réaction, de l'eau par exemple.

Dans toutes les réactions chimiques, la disposition topographique des molécules entre elles, la manière dont elles sont mécaniquement apportées les unes dans le voisinage des autres, tous ces facteurs prennent une influence prépondérante sur l'issue finale de la réaction.

Ici l'*interchangeabilité* des atomes a disparu, il faut qu'ils se présentent à l'appel des forces d'attraction dans un *ordre précis*.

Toute la chimie est la constatation de ces faits généraux.

Nous devons donc voir comment une hypothèse mécanique peut rendre compte de ces faits en apparence inconciliables.

Cette hypothèse trouvée nous guidera ensuite dans les expériences à entreprendre comme vérification puis nous mènera après sur une piste nouvelle d'investigations.

C'est là le programme que nous allons suivre.

II

La question posée est celle-ci : si les hypothèses physiques sur la constitution des corps, exposées dans le chapitre précédent, permettent d'envisager comme réalisable, et réalisée en partie, la transformation de la physique en *astronomie moléculaire,* quel changement doit-on y apporter pour faire rentrer dans ces mêmes hypothèses les phénomènes chimiques ?

Voici ce qu'on peut admettre comme hypothèse générale : les corps se constituent sous *leurs trois états* ainsi qu'il a été exposé, mais tant que le corps reste semblable à lui-même, les distances entre les centres des molécules qui s'attirent restent *relativement* grandes.

Met-on en présence deux corps hétérogènes, ce sont les *centres eux-mêmes* d'attraction qui sont modifiés, ce qui oblige le *corps nouveau* à pénétrer profondément jusqu'au milieu de la molécule.

Pour bien faire comprendre cette hypothèse, grossissons plusieurs millions de fois les phénomènes moléculaires physiques et chimiques, que verra-t-on ?

Des **cellules organiques !**

L'agglomération des cellules contiguës semblables entre elles constituent les tissus, chaque cellule a son

nucléus et son protoplasma qui d'une façon très éloignée représenterait la sphère d'éther entourant le nucléus.

Le *phénomène chimique* correspondrait au phénomène de l' « *hémogénie* » ou de la *fécondation cellulaire* si remarquablement étudiée ces dernières années par MM. Fol et Camille Pictet.

Un zoosperme pénètre au travers du protoplasma de la cellule et marchant à la rencontre du nucléus, se soude avec lui pour donner naissance à l'*être nouveau*.

Il est clair que cette comparaison n'est qu'une grossière image du phénomène chimique primitif, elle ne sert qu'à faire saisir l'ensemble des mouvements mécaniques accomplis et la différence fondamentale entre les effets de la *cohésion,* réunissant entre elles des éléments identiques, et ceux de l'*affinité,* faisant pénétrer au centre même attractif l'atome hétérogène.

Cette pénétration dans le centre de la molécule de l'atome de l'autre corps se fera-t-elle d'une façon *continue* depuis les grandes distances à l'origine du mouvement jusqu'au moment de la *réaction chimique !* L'expérience a montré que ce n'est pas le cas. On peut mettre en contact les corps jouissant d'une grande affinité l'un pour l'autre et cependant la réaction ne s'effectue pas.

Nous admettons donc dans notre hypothèse *que l'affinité n'est que la continuation de la cohésion lorsque les distances deviennent encore beaucoup plus petites entre les centres qui s'attirent;* c'est la valeur newtonienne de la gravitation quand la *distance* converge vers zéro.

Dans cette hypothèse on comprend ce qui se passe

pendant le trajet de chute de deux atomes hétérogènes l'un sur l'autre.

Ils commencent par se rapprocher jusqu'à se trouver aussi voisins que possible ; retenus à *distance* lorsqu'ils passent la première limite imposée à la *cohésion*.

Ils agissent dans cette *première phase* comme des corps identiques et *non hétérogènes*. Pour les faire passer dans la *seconde période,* celle de l'*affinité,* il faut les faire pénétrer *de force* dans la sphère d'éther.

Alors arrivé *à une certaine profondeur* on observera deux phénomènes.

1° L'*affinité* se manifestera avec intensité à cause du plus grand rapprochement des deux centres d'attraction et

2° la réaction de l'éther sur le corps pénétrant *diminuera de toute la valeur attractive des couches pénétrées* d'une façon analogue à ce qui se passe pour un corps tombant vers le centre de la terre.

En admettant ce postulat nous devons donc nous attendre à voir les deux atomes s'unir étroitement et dans un état de *rapprochement excessif, intime,* dès qu'ils auront franchi cette barrière qui sépare les zones d'action de la cohésion de celles de l'affinité.

Reprenons ces deux atomes munis de dynamomètres et observons le phénomène chimique comme nous avons fait pour la cohésion.

Toute la première partie de la chute des deux atomes donnera des valeurs positives d'attraction : arrivés à la distance limite de la cohésion, les dynamomètres indiqueront zéro.

Nous continuons à rapprocher les atomes l'un vers l'autre, les dynamomètres exerceront *une poussée et absorberont du travail mécanique.* Arrivés à une certaine profondeur, la *poussée diminuera* et atteindra bientôt zéro.

A partir de cette position, l'*affinité commence* et les deux dynamomètres indiquent de nouveau une attraction tendant à rapprocher les atomes jusque vers une nouvelle *limite inconnue,* la distance de séparation à la fin de l'action de l'*affinité* étant beaucoup *plus petite* qu'à la fin de l'action de la cohésion.

Il convient de faire un *diagramme* représentant schématiquement les différentes phases de la chute complète de deux atomes hétérogènes l'un sur l'autre. Ce diagramme fera mieux comprendre l'hypothèse que nous adoptons pour l'interprétation des phénomènes physiques et chimiques et sur les quantités d'énergie dégagées ou absorbées suivant la position respective des masses attirantes.

Dans la pl. III, nous plaçons à l'origine des axes OX et OY, l'atome mobile O, tombant sur l'atome, supposé fixe M. Les ordonnées +1 +2 ou —1 —2 représentent les lectures faites sur le dynamomètre qui retient l'atome O dans sa chute sur M ; ce sont les valeurs numériques résistantes des attractions simultanées de la *matière pour la matière* et de la *matière pour l'éther* suivant les distances.

Voici par ordre les différentes phases :

1re *phase :* **Gravitation.** L'atome O part de O′ supposé à l'*infinie distance* de M. L'attraction O′P′ infiniment petite au début, grandit jusqu'à la valeur de

OP, valeur initiale de la phase inscrite sur le diagramme de la pl. III.

Pendant que l'atome O chemine de O jusqu'en A, le dynamomètre inscrit des attractions tracées par la courbe PQR.

C'est la courbe *newtonienne pure* complétée de tous ses termes.

2^e *phase :* **Cohésion.** Au point A nous voyons que la courbe inscrite sur les dynamomètres s'écarte du segment RS continuation de la courbe newtonienne. L'action de l'éther se fait sentir et l'*attraction effective* diminue rapidement pour devenir nulle lorsque l'atome O est arrivé en B.

La surface du diagramme O'P'PQRS'BO' représente la somme des *travaux positifs* fournis par la gravitation et la *cohésion depuis les espaces sidéraux, jusqu'au zéro des températures.*

C'est l'expression totale du *potentiel physique* des deux atomes O et M. Ce potentiel est *toujours positif* sans aucune exception connue.

3^me *phase :* **Affinité.** Ainsi que l'indique la courbe QRS' la valeur numérique de la cohésion est arrivée à être nulle lorsque l'atome O est en B. Nous rapprochons par *force* les deux masses, la courbe passe sous l'axe des X. La répulsion apparente atteint bientôt son maximum lorsque l'atome O est en C, elle décroit pour être nulle en D.

La surface BTD représente l'*énergie fournie* par le dynamomètre, *c'est toujours un travail négatif.*

La 1^re période de la 3^me phase s'inscrira nécessaire-

ment au-dessous de l'axe des X, l'affinité débute *par une absorption d'énergie extérieure.*

La 2e période de la 3e phase commence lorsque l'atome O est en D et se rapproche de M jusqu'en F.

L'attraction devient *active.* La courbe DUF représente les valeurs successives.

La **somme algébrique** des deux surfaces BTD et DUM exprime l'*énergie totale* dégagée ou absorbée par le phénomène chimique.

En connaissant le poids des corps engagés dans une réaction, les *valeurs spécifiques,* les *variations de températures* ou les *calories* dégagées pendant la réaction, on fixera les vrais paramètres numériques de la *chimie-mécanique.*

A priori nous ne savons rien sur la *surface relative* de ces différents secteurs positifs et négatifs du diagramme, ils représentent seulement d'une façon claire notre hypothèse fondamentale.

Voici, du reste, la forme analytique générale sous laquelle nous pouvons l'exprimer :

En ramenant tous les phénomènes physiques et chimiques à la chute de deux masses de matière l'une sur l'autre, nous pouvons dire que ces deux masses chemineront le long de la droite qui réunit leurs centres, *elles rencontreront toujours et sans aucune exception trois positions d'équilibre ;* les deux positions extrêmes sont des *équilibres stables,* la position médiale est un *équilibre instable.*

La première position d'équilibre s'obtient par *la perte de tout le potentiel des forces physiques, gravitation* et *cohésion* des masses, la perte du *potentiel*

chimique fait passer les deux masses par les deux autres positions d'équilibre.

Cette loi serait dans notre hypothèse absolument générale.

Avant d'aller plus loin, tirons tout de suite les conséquences expérimentales du postulat que nous venons d'exposer :

En plaçant du *soufre* et de l'*oxygène* au zéro absolu dans le voisinage immédiat, nous n'*avons pas de réaction*.

C'est naturel, puisque arrivé aux limites de la cohésion, *aucune force suffisante* ne rapproche les atomes les uns des autres pour les faire entrer dans leur sphère d'*affinité*.

Nous rappellerons ici que les *efforts de compression extérieure* provoqués par les engins les plus puissants connus, produisent des effets presque négligeables rapportés aux dimensions des atomes.

C'est ainsi que les efforts de dilatation des liquides font éclater n'importe quel cylindre dans lesquels ils sont enfermés.

Si au contraire *on chauffe* les deux corps à leur point de contact, on augmente l'*amplitude des vibrations*.

On sait qu'une partie de cette amplitude s'accomplit *dans l'épaisseur de la sphère d'éther,* que c'est à cette pénétration qu'est due la *répulsion apparente* de l'atome.

Or si l'échauffement est suffisant pour entraîner les deux atomes assez près pour qu'ils passent par le *point critique* où l'*affinité* intervient et où elle précipite plus

avant les deux atomes l'un sur l'autre, *alors,* mais *alors seulement* la *réaction chimique commence.*

En réalité la *cohésion* a passé par degrés insensibles à l'*affinité, augmentant toujours sa valeur numérique réelle d'attraction,* mais masquée durant un certain chemin par l'action réflexe de l'éther, prépondérante au début de l'action des forces chimiques.

Ce que nous venons de dire pour le soufre et l'oxygène peut se répéter pour tous les corps, même les plus complexes et l'on peut formuler les lois générales suivantes comme conséquences directes et logiques de notre hypothèse.

1° *Tous corps hétérogènes quelconques en contact au zéro absolu ou à de très basses températures sous n'importe quelle pression, ne réagissent pas l'un sur l'autre, quelle que soit la puissance de leur affinité.*

2° *Deux corps hétérogènes très fortement refroidis et ne réagissant pas à ces températures, exigeront toujours une élévation de température définie pour se combiner chimiquement.*

3° *Plusieurs corps hétérogènes fortement refroidis et lentement chauffés se combineront d'une seule manière, si on les laisse en contact pendant le réchauffement, en admettant que l'on reste maître absolu de la température pendant la réaction.*

4° La série des réactions s'effectuera suivant **la ligne de plus grande pente chimique** des éléments, c'est-à-dire *que les premières correspondront à celles dont l'aire BTD, ou la période endothermique, est au minimum.*

Cet ordre ne sera souvent pas parallèle à la puis-

sance effective totale des énergies dégagées pendant la combinaison finale.

Nous ne connaissons actuellement pas la loi newtonienne de l'attraction pour les faibles distances, encore moins celle de l'affinité et pas davantage celle de l'action de la matière sur l'éther.

Nous devons donc uniquement dans notre hypothèse, voir si une *fonction newtonienne complète,* jointe à une *fonction continue exprimant l'action réciproque de la matière pour l'éther* peuvent rendre compte de l'ensemble des phénomènes mécaniques tels que nous venons de les décrire.

Nous avons parlé de *fonction continue* comme *plus d'accord* avec la *simplicité de l'hypothèse.*

L'analyse mathématique *montre qu'une infinité de fonctions continues* satisfont à ces conditions.

Nous ne développerons pas ici ce chapitre de mathématique pure car la *valeur numérique* des fonctions indiquées est absolument inconnue, les *constantes* ne peuvent se déterminer que par un grand nombre d'expériences faites spécialement dans ce but et lorsque la science aura fait de *grands progrès dans l'art opératoire.*

Devant cette possibilité d'exprimer par des fonctions continues simples les lois générales de l'attraction, nous pouvons, sans sortir de la méthode scientifique, pousser plus avant les conséquences à tirer de ces hypothèses sur la constitution des corps.

Nous nous rappellerons toutefois qu'un *contrôle rigoureux expérimental* est absolument nécessaire et que ce n'est que par un accord de plus en plus parfait

entre les conséquences synthétiques que l'on peut dégager des dites hypothèses et les *observations directes,* que la probabilité de ces suppositions s'affirmera peu à peu.

Nous devons surtout considérer ces données comme des *postulats* et nous en servir à ce titre.

Ce sont des *principes directeurs* dans l'organisation des recherches scientifiques.

III

Utilisons donc les considérations qui précèdent dans l'analyse des phénomènes de combinaison et de *dissociation* en tenant compte des quantités de chaleur fournies; nous voulons faire dans ce chapitre une étude synthétique de mécanique chimique, il faut donc voir par le détail le cycle complet des phénomènes et jeter tous les ponts possibles entre les facteurs divers que nous rencontrerons sur la route.

Rappelons d'abord *la loi commune de la chute de tous les corps chimiques quelconques* appelée loi de Newton.

Grâce à cette loi, nous sommes en droit de représenter mécaniquement toutes les masses des corps en fonction de leurs poids mesurés par la balance.

Cette loi nous montrant que l'*inertie* et l'*attraction* sont toujours proportionnelles, quels que soient les corps chimiques étudiés, il est *très probable,* presque certain, que l'élément infiniment petit qui constitue le vrai noyau original de chaque corps est *identique* dans tous les corps, puisqu'il présente partout les mêmes propriétés fondamentales de la matière : *inertie* et *attraction.*

Cette conséquence donnerait raison au vieux Pythagore qui affirmait, il y a longtemps, que tout en physique et en chimie, se calculerait un jour « *par le nombre.* »

Il résulte de ces considérations que la *force vive* dégagée par toute réaction se mesurera exactement par le produit de trois facteurs : le *poids* des corps engagés, l'élévation de la température provoquée par la réaction, la chaleur spécifique des constituants.

En examinant le diagramme tracé par le dynamomètre pendant l'entrée en vigueur de l'*affinité,* nous avons vu que cette partie de la courbe *présente toujours* et *nécessairement deux périodes :* la première est *négative,* la seconde est *positive.*

Dans la première période il faut fournir *un travail* extérieur, *exciter* la réaction.

Dans la seconde période la réaction continue elle-même et *fournit,* produit de la chaleur.

La première période sera « **endothermique** » la seconde « **exothermique** » pour employer les mots créés par l'illustre chimiste M. Bertholet dans sa « Mécanique chimique. »

Une réaction chimique de deux ou plusieurs corps

est donc **toujours une différence** entre deux travaux mécaniques de *sens contraire*.

Suivant que la première période l'emporte sur la deuxième ou inversement, nous devons nous attendre à trouver deux grandes classes de combinaisons chimiques :

Dans la première, en passant des éléments constitutifs au *produit final,* on obtient comme somme une *source de chaleur,* une *élévation de température,* ces réactions une fois commencées sur un point quelconque du *mélange intime* des *constituants,* se propagent d'elles-mêmes dans toute la masse.

La *vitesse* de propagation de la réaction dépend du degré d'*intimité du mélange,* de la disposition topographique des atomes dans l'espace voisin du départ *de la combustion.*

L'explosion de l'hydrogène uni à l'oxygène est un type de ces réactions *exothermiques ;* la combustion du *bois,* du *charbon,* etc., caractérise aussi cette classe de phénomènes par la possibilité où l'on est de mesurer très exactement la *vitesse* de propagation de la réaction.

Dans la deuxième catégorie se rangent toutes les réactions *endothermiques,* celles qui absorberont de la chaleur pour passer des constituants au produit final.

On sait déjà, par principe, que ces réactions ne se passeront jamais d'*elles-mêmes,* il faudra non seulement les exciter mais encore les *alimenter.*

Une source d'énergie extérieure devra à chaque instant remplacer la *perte* subie pendant la réaction.

Nous pouvons assez exactement comparer une réac-

tion endothermique à la charge d'une arbalète : on appuie sur la corde en fournissant du travail, puis l'arrêt intervient qui fixe la corde à fin de course.

En pressant la détente on obtient le travail balistique.

On peut donc affirmer que tous les *produits* obtenus par cette seconde catégorie de réactions contiennent plus d'*énergie potentielle* que les constituants, ils représentent la grande classe des *accumulateurs* dans le sens le plus général du mot.

Ces produits chimiques conduisent immédiatement à la notion des *explosifs*.

La formation de l'*eau oxygénée* par l'action de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de baryum indique bien l'allure des réactions endothermiques. Il se forme du chlorure de baryum dégageant + 11 calories, tandis que l'eau oxygénée absorbe — 11,6 calories ; la chimie abonde en cas analogues.

Il va sans dire que les *décompositions* de tous les produits obtenus provoqueront des *phénomènes inverses* mécaniquement parlant à ceux qui se sont manifestés pendant la combinaison.

Il est par conséquent possible de prévoir par ces hypothèses :

1° Toutes les lois de la *dissociation*.

2° L'influence des températures et des pressions sur les décompositions chimiques.

3° Les conditions de la *stabilité*.

4° L'ordre dans lequel les réactions de différents corps s'effectueront en fonction des températures.

5° Réciproquement l'ordre des dissociations, etc., etc.

6° Les *doubles décompositions*, conséquences des

lois de Bertholet, se déduisent également de ces considérations et l'on peut calculer à l'avance les chaleurs perdues ou gagnées suivant la température à laquelle se passe la réaction.

7° Une des conséquences les plus importantes que l'on puisse déduire directement de nos hypothèses fondamentales permet de différencier de suite les phénomènes chimiques des phénomènes physiques.

En effet à chaque fois qu'une *petite quantité de matière* peut pénétrer dans le voisinage immédiat de l'*autre particule attirante,* les deux masses sont réunies intimément et représentent le corps nouveau.

Si nous appelons *atome,* le poids de la petite quantité de matière qui *passe, pénètre* dans le *phénomène chimique* près du second atome, on constatera de suite que le *corps nouveau* est représenté par la somme des poids des deux constituants.

Si un troisième atome s'ajoute aux deux premiers ou prend la place du second, le poids de ce troisième atome sera aussi caractéristique.

Enfin si l'on fait pénétrer plusieurs atomes de même espèce dans le voisinage d'un seul atome hétérogène on voit que l'on constituera une série de corps à propriétés variables suivant le *nombre* d'atomes qui ont pénétré.

De plus le poids de l'*atome complexe,* ou de la molécule formée sera proportionnel au nombre d'atomes qui auront *réagi* et se seront groupés au noyau primitif.

Ainsi en *chimie,* le poids des atomes sera le *facteur essentiel* et c'est par la balance que l'on constatera les groupements moléculaires.

Les *substitutions* d'atomes les uns par les autres permettent de fixer exactement les *rapports en poids* des plus petites quantités de matière susceptibles de pénétrer dans l'attraction moléculaire chimique pour être fixées par l'*affinité*.

Les atomes à l'état gazeux donneront par leur *densité* une vérification physique des *poids atomiques*.

Les *masses des atomes* joueront donc dans tous les phénomènes chimiques le *rôle essentiel*.

En somme d'une façon générale l'*accord* entre les conséquences que l'on peut déduire des hypothèses et les faits consacrés par l'expérience est *suffisant* pour que nous ayons entrepris une série d'observations dont le cadre a été dicté par ces principes mécaniques.

IV

La première série d'expériences a consisté à démontrer qu'aux très basses températures la réaction de tous les corps hétérogènes juxtaposés *est nulle,* même si l'on obtient un contact intime en pulvérisant les corps ou en les serrant fortement l'un contre l'autre.

Ces expériences ont donc pour objet essentiel de prouver que, dans toutes les manifestations de l'*affinité,* la première période est *endothermique*.

Nous avons choisi pour commencer naturellement les corps dont l'*affinité* réciproque est la plus énergique.

Dans notre laboratoire de Berlin nous disposons d'appareils à marche continue qui nous permettent de produire et de conserver indéfiniment de très basses températures.

De grands cylindres à double enveloppe servent d'*enceintes froides*. Nous en avons huit de dimensions variables, les uns *horizontaux*, d'autres *verticaux*.

Les uns sont utilisés pour la condensation des gaz et des vapeurs, sous des pressions variant de 200 atmosphères jusqu'au vide presque absolu.

Dans la double enveloppe, nous introduisons les divers liquides volatils qui servent à obtenir les basses températures; un groupe de cinq compresseurs agissant « *en compound* » aspirent et compriment les vapeurs de ces liquides et refroidissent les cylindres à n'importe quelle température l'on désire, comprise entre la *température ambiante* et —213° au-dessous de zéro, température extrême obtenue par le vide sur l' « *air atmosphérique liquide*. »

Il est impossible d'obtenir d'*une seule fois* des abaissements de température aussi considérables.

Nous refroidissons les corps au moyen de *trois cycles* successifs fonctionnant chacun entre des limites de température pas trop écartées.

Le premier cycle fonctionne au moyen d'un mélange d'acide sulfureux anhydre et d'acide carbonique.

Ce liquide introduit dans la double enveloppe des cylindres permet de les refroidir à — 100° facilement.

Les vapeurs sont reliquéfiées dans des serpentins

noyés dans de l'eau ordinaire courante et le liquide ainsi reconstitué sert à alimenter l'opération frigorifique, car il suffit d'entr'ouvrir légèrement un robinet reliant le bas du condenseur avec la double enveloppe, pour que le liquide volatil se précipite de lui-même dans cette enceinte où la pression est infiniment plus faible.

Il y prend *instantanément* la température correspondant à la pression des vapeurs dans cet appareil.

Des manomètres à mercure facilitent la connaissance exacte, et pour chaque instant, des phénomènes intérieurs et indiquent la température par la pression.

Les différents cylindres verticaux que nous avons spécialement fait construire pour toutes les expériences du *premier cycle* sont au nombre de quatre.

Le plus grand a 350 millimètres de diamètre intérieur et 1 m. 350 de hauteur.

Le plus petit a 160 mm. de diamètre et 200 mm. de hauteur.

Les autres sont intermédiaires.

Le deuxième cycle fonctionne au moyen du *protoxyde d'azote* ou de l'*éthylène*.

Pour obtenir ces gaz à l'*état liquide* on se sert du premier cycle et des basses températures qu'il procure.

On liquéfie dans l'un des cylindres horizontaux refroidi à —80° le protoxyde d'azote, par exemple, sous une pression de 6 à 12 atmosphères; nos appareils peuvent en fournir 25 à 30 kilogrammes à l'heure.

Ce protoxyde d'azote liquide, et déjà *très froid,* passe dans la double enveloppe d'un autre cylindre vertical. Lorsqu'on fait le vide dans cette double enveloppe, il s'y évapore en cristallisant et en abaissant la température jusqu'à —135° et —150°.

Les vapeurs aspirées par un groupe de deux compresseurs sont incessamment reliquéfiées pour retourner dans le cylindre réfrigérant sous forme liquide.

Ces deux cycles sont entièrement fermés, continus et fonctionnent aussi longtemps qu'on le veut *à toutes les températures* comprises entre les limites indiquées.

En réglant la vitesse relative des compresseurs, et en modifiant suivant les besoins, les ouvertures des vannes placées sur les canalisations des vapeurs il est aisé de régler la marche des appareils d'une manière mathématique.

Les deux cycles fonctionnent bien plus facilement qu'une machine à haute température au point de vue de la *régularité* et de la souplesse des manœuvres.

Chaque compresseur possédant son moteur à vapeur spécial, le régime de la marche s'établit progressivement, les ouvriers mécaniciens attachés au laboratoire étant tout à fait formés à ces diverses opérations.

Le troisième cycle est obtenu par la **liquéfaction de l'air atmosphérique** dans un tube horizontal refroidi au-dessous de —120° par le jeu du deuxième cycle.

Une pompe à glycérine comprime 700 litres d'air à la pression de 200 atmosphères dans le tube central du réfrigérant du deuxième cycle.

La pression tombe à 90 atmosphères et l'air se liquéfie. En laissant sortir cet air liquéfié dans une petite enceinte déjà refroidie à l'avance, on atteint —210° à —213° à la limite extrême du vide établi dans l'enceinte.

Ce dernier cycle est encore *intermittent* et pas fermé comme les deux premiers.

Il donne chaque heure environ 1 k. 500 d'air liquide, la compression de l'air jusqu'à 90 ou 200 atmosphères exigeant toujours un temps assez long.

Nous venons de décrire d'une façon très sommaire l'appareil avec lequel nous produisons et maintenons les basses températures, nous rentrons dans notre sujet.

Dans le réfrigérant du deuxième cycle, nous introduisons dans des éprouvettes de verre les substances chimiques suivantes, *absolument pure :*

1° *Acide sulfurique* 95 % de concentration.

2° *Soude caustique* pulvérisée très fine.

3° *Potasse caustique* id. id.

4° *Ammoniaque* en solution aqueuse 23 % en poids d'ammoniaque.

5° *Acide nitrique fumant.*

6° *Sel marin pulvérisé très fin.*

Après avoir laissé plusieurs heures tous ces produits se refroidir jusqu'à —125° environ, nous avons mis en présence dans un cristallisoir refroidi, les corps suivants dans l'ordre ci-après.

A. L'*acide sulfurique* et la *soude caustique*. L'acide sulfurique a été extrait de l'éprouvette en verre en cassant celle-ci avec une pince en acier; le bloc d'acide sulfurique solide est tombé dans la poussière de soude et au moyen d'une baguette de verre on a fortement

agité le mélange et pressé les corps mécaniquement, de telle sorte que les petits morceaux de soude avaient pénétré dans le bâton d'acide solide.

Nous n'observons **aucune réaction quelconque**, les corps restent absolument inertes.

J'avais disposé une forte bobine de Ruhmkorff pour obtenir des étincelles de 30 à 35 millim. de longueur. Deux fils isolés et tenus dans un tube de verre, conduisaient le courant et l'étincelle à l'extrémité des deux fils découverts où elle jaillissait sur une longueur variable à volonté.

Nous avons constaté que l'acide sulfurique solide conduisait très bien l'étincelle que nous obtenions tout le long du bâton, un des fils étant fixe à une des extrémités.

Pendant plus d'un quart d'heure, nous avons fait passer l'étincelle et nous avons vu que la réaction ne s'opérait qu'au *point exact* où l'étincelle jaillissait *sans se propager* à toute la masse.

Nous avons alors sorti l'éprouvette du *froid* et l'avons laissée exposée à l'air ambiant.

La température est assez vite remontée, mais avant que l'acide sulfurique fût fondu, la réaction s'est subitement déclarée dans toute la masse et l'éprouvette en verre s'est cassée par suite de la haute élévation de la température qui a accompagné cette réaction en masse.

Nous pouvons approximativement fixer à —80° ou —85° la température où la réaction en masse a pris naissance.

Le fait principal est établi : aux basses températures *pas de réaction entre ces deux corps* sans le secours

d'une *énergie étrangère* qui dans ce cas est l'influence de décharges électriques.

B. *Acide sulfurique* et *potasse caustique.*

Nous pouvons répéter ici *exactement* ce que nous venons de dire pour la réaction et avec cette seule différence que la réaction en masse a commencé à une température *plus basse* que pour la *soude caustique.* Peut-être —80° ou —90°.

Les déterminations exactes de ces valeurs de la température sont encore à faire car elles offrent des difficultés toute spéciales.

C. *Acide sulfurique* et *ammoniaque.*

Ici encore les mêmes allures générales des phénomènes, action nulle au départ, la réaction se produit *sans se développer* aux basses températures au-dessous de —65°, puis subitement la réaction en masse élève la température de tout au-dessus de +100°.

D. *Acide sulfurique* et *sel marin.*

Même allure que C sauf la fin qui a été moins violente. La réaction n'a commencé à marcher d'elle-même qu'au-dessus de —25°.

E. *Acide nitrique fumant 89 %* et *soude caustique.*

Au premier contact pas de réaction pendant peut-être 30 à 40 secondes, puis commencement *lent* avec élévation de température des points en travail, enfin violente et brusque transformation de la masse avec dégagement de vapeurs rutilantes.

Ici l'opération a commencé d'*elle-même* sans l'influence de l'étincelle électrique sous le seul effet de l'élévation de la température *hors de l'appareil,* pour éviter l'action des vapeurs sur les instruments.

La réaction s'est effectuée en trois minutes environ à partir de la sortie de l'appareil froid.

Le dépôt de vapeur d'eau aux surfaces de contact de la soude et de l'acide a probablement facilité et excité la réaction en masse.

F. *Acide nitrique fumant 89 %* et *potasse caustique.*

Exactement la même allure que pour E peut-être un peu plus rapide, le premier contact avant la réaction en masse a cependant duré plusieurs secondes.

G. *Acide nitrique fumant* et *sel marin.*

Réaction nulle jusqu'à — 74°. Depuis ce moment et avec le secours de l'étincelle électrique, la réaction commence. Elle ne devient une réaction en masse que vers —20°.

De cet ensemble de faits il ressort avec une grande clarté :

1° **Que les corps chimiques ne se combinent pas directement aux basses températures sans le secours d'énergie étrangère.**

2° Que la *réaction en masse* succède toujours à une *période* pendant laquelle la réaction *a lieu seulement par places électives,* dans lesquelles on fournit l'énergie électrique ou calorifique.

3° *Que la température basse est parfaitement réglable et maintenable, soit lorsque les corps n'agissent pas encore, soit lorsque la réaction ne s'opère que sur les places électives.*

4° *Que la température se relève brusquement sans qu'on puisse en être maître, au-dessus de la température limite à laquelle commence la réaction en masse.*

5° *Les températures pour lesquelles on peut obtenir*

et conserver la réaction limitée, sont d'autant plus basses que les affinités des corps mis en présence sont plus grandes et le contact des corps plus intime.

Il résulte de cette partie de notre étude que l'expérience a pleinement confirmé les prévisions dégagées logiquement de nos hypothèses.

Toute réaction chimique commence nécessairement par une *période endothermique*. Cette période est plus ou moins longue suivant les réactifs; on peut la régler par le seul *jeu de la température*.

En présence des affinités puissantes des corps jouant le rôle principal en chimie, l'*emploi des basses températures* s'impose **comme un facteur ayant une valeur intrinsèque**, et qu'il est impossible de remplacer par aucun autre agent physique.

De même que pour la liquéfaction des vapeurs, la *température* joue un rôle caractéristique, équivalant à celui d'une *variable indépendante* dans une équation, de même dans l'*affinité* amenant la *réaction chimique*, nous retrouvons les *mêmes lois*, les mêmes fonctions spéciales de la *température* que pour les phénomènes de la *cohésion*, origine et cause des *liquéfactions*.

Ces considérations mécaniques réunissent donc dans le même chapitre la **gravitation**, la **cohésion** et l'**affinité**, toutes trois se manifestant comme le développement normal de deux *fonctions continues* représentant *l'attraction de la matière pour la matière et pour l'éther*.

Avant de passer à des opérations de synthèse chimique proprement dite nous avons voulu observer quelques phénomènes de basse température pour répondre à certaines questions qui se posent de suite dès l'entrée en matière dans ce domaine.

Et d'abord un premier point : si l'on refroidit suffisamment les corps pour les rendre solides ou tout au moins pâteux, ce changement d'état n'est-il pas la *cause efficiente* de l'absence de réaction.

En somme ne serait-il pas possible d'obtenir une *réaction même à basse température* si les corps en présence gardaient la forme liquide ou gazeuse ?

Secondement : si l'on s'adresse à des réactions *très sensibles* comme l'action des acides sur la teinture de tournesol, l'action des alcalis sur la phénolphtaléine, réactions qui paraissent se développer au simple contact avec une période *endothermique* très faible, pourra-t-on les annuler par les grands froids ?

Dans cette direction nous avons fait les préparations suivantes :

1. *Acide sulfurique* et *carbonate de chaux* (marbre pilé pur). Nous avons choisi la solution d'acide sulfurique qui reste liquide à la plus basse température, sa formule est $H_2SO_4+7H_2O$ refroidie à $-70°$ et restant liquide à cette température. Le marbre en poudre était refroidi de son côté à $-89°$.

On jette le marbre dans l'acide sulfurique.

Aucune réaction pendant plus d'une demi-heure.

A $-52°$ en laissant lentement remonter la température on aperçoit les premières traces de réaction.

Le dégagement augmente progressivement jusqu'à —15°.

De —15° à —7° la réaction est de plus en plus énergique et devient turbulente avec mousse abondante.

2. *Acide sulfurique* et *carbonate de soude.*

Les cristaux de carbonate de soude refroidis à —85° sont jetés dans l'acide sulfurique $SO_4H_2+7H_2O$ liquide à —83°.

Nous remuons fortement avec une baguette de verre refroidie et nous constatons que la *réaction est nulle.*

Nous laissons remonter la température à —56° où la réaction apparaît.

De petites bulles commencent à se dégager.

A —30° le dégagement est bien nettement établi et à —23° la réaction est turbulente et générale.

3. *Acide sulfurique* et *chlorure de baryum.*

L'acide sulfurique est refroidi à —115° restant liquide. Le chlorure de baryum est dissous dans l'alcool peu étendu et refroidi à —135°.

On jette dans l'acide sulfurique la solution alcoolique de chlorure et des cristaux de chlorure de baryum en agitant le mélange.

L'acide sulfurique laisse surnager les cristaux mais ne se trouble nullement, on ne peut distinguer aucun trouble dans la liqueur.

A —70° la réaction commence et à partir de ce point elle s'accentue de plus en plus.

4. *Acide chlorhydrique* et *nitrate d'argent.*

Nous prenons de l'acide chlorhydrique ayant 33 % et ne gelant pas à —130°.

Le nitrate d'argent est dissous dans l'alcool et reste liquide à —125°.

On mélange les deux liquides, *aucune réaction.* Vers —109° la liqueur commence à se troubler.

Au-dessus la réaction devient générale.

5. *Réactions très sensibles des acides sur la teinture de tournesol.*

Acide sulfurique et *solution dans l'alcool de la teinture de tournesol bleue.*

Nous refroidissons l'acide à —140° ainsi que la solution alcoolique qui est pâteuse.

En les mélangeant ensemble intimement au moyen d'une baguette de verre refroidie, la solution *reste bleue indéfiniment.*

En laissant remonter la température, la couleur passe au violet vers —110° sans atteindre le *rouge.*

Ce n'est qu'à —105° que le rouge vif apparaît.

En faisant la même expérience, mais en plongeant dans la liqueur à —120° une baguette de verre ayant la température ambiante, nous avons vu se produire un cylindre rouge vif au sein de la liqueur au contact des parois de la baguette.

La réaction s'est produite sur une profondeur de 2 à 3 millimètres autour du cylindre de verre.

Acide chlorhydrique et *solution alcoolique de tournesol.*

L'acide reste liquide à —140°.

Nous y jetons la solution pâteuse de tournesol et nous mélangeons.

La liqueur reste parfaitement *bleue* sans changement.

A —115° la coloration violette apparaît et se change en rouge vif à —110°.

6. *Réaction sensible des alcalis sur la phénolphtaléine.*

On sait que la phénolphtaléine donne avec les plus petites traces d'alcali une belle couleur rouge foncé ; cette réaction est souvent utilisée pour les titrages de potasse et de soude.

Nous faisons séparément deux solutions dans l'alcool absolu de *potasse caustique* et de *phénolphtaléine.*

Nous vérifions qu'aux températures ambiantes la réaction rouge apparaît instantanément puis nous refroidissons les deux éprouvettes à —145°.

Les deux solutions sont visqueuses à cette basse température.

Nous les mélangeons intimement une fois refroidies.

Aucune réaction, pas trace de coloration rouge.

A —100° la teinte rosée commence à se manifester, à —90° la coloration est complète.

7. *Sodium* et *potassium* sur l'*alcool hydraté.*

Nous refroidissons du *sodium* métallique à — 80° ainsi qu'une éprouvette pleine d'alcool à 86 % en poids et 16 % d'eau. En jetant le sodium dans l'alcool nous constatons que le sodium reste brillant *sans aucune attaque.*

La réaction commence à —48° et se développe alors assez vite à cause de l'élévation spontanée de la température.

Pour le *potassium* nous opérons de même et nous constatons que de —80° à —70° il n'y a *aucune réaction.*

La réaction débute *assez brusquement* à —68° envi-

ron et part avec énergie plus violemment qu'avec le sodium.

8. *Acide nitrique fumant* et *alcool.*

On sait que cette réaction est très énergique aux températures ordinaires.

En mélangeant ces deux liquides refroidis séparément à —80° il n'y a *pas de réaction.* Elle ne commence qu'à 70° et vers —60° elle devient vive et brusque.

Résumé. — Nous pouvons résumer l'ensemble des recherches faites dans cette direction ainsi que suit :

1° Entre les températures comprises entre —155° et —125° nous n'avons pu constater *aucune réaction chimique,* quelle que soit la nature des corps mis en présence.

2° Les réactions *sensibles,* comme l'effet des acides sur la teinture de tournesol, etc., se produisent à plus basses températures que d'autres réactions très énergiques, sodium métallique sur l'acide sulfurique par exemple.

3° Dans toutes les *réactions chimiques,* nous pouvons trouver deux phases suivant la température à laquelle on opère :

A. La *réaction lente* qui se produit *au-dessous* d'une température *limite,* spéciale pour les corps mis en présence; cette réaction se manifestant sous l'influence de l'étincelle électrique ou spontanément suivant l'écart qui existe entre la température actuelle et cette *température limite.*

B. La *réaction en masse,* dans laquelle l'élévation de température produite par les parties qui réagissent, communique aux parties voisines assez de chaleur pour

les faire aussi réagir ; c'est une sorte d'embrasement général qui n'est modéré que par les conditions physiques imposées au rapprochement des particules qui se combinent.

Dans la plupart des cas, pour obtenir et conserver la *réaction lente*, il faut enlever *par rayonnement* la chaleur développée par la combinaison, sans quoi la température passe très vite à la limite de la *réaction en masse*.

4° L'étincelle électrique semble être le meilleur excitant pour provoquer la *réaction lente*.

5° Il est donc expérimentalement constaté que toute réaction chimique commence toujours par une *période d'énergie négative*, c'est-à-dire dans laquelle il faut *fournir du travail extérieur* aux composants pour permettre leur combinaison.

Le travail chimique appelé par M. Bertholet *travail préliminaire* ou *préparatoire* est donc un fait général dans la nature.

V

Après les confirmations expérimentales qui précèdent et qui n'ont d'autre but que de donner quelque poids aux hypothèses émises et adoptées comme pos-

tulat, nous allons décrire d'autres expériences *guidées directement* par ces vues théoriques et destinées à conduire les premiers essais de *synthèse chimique par l'emploi rationnel des basses températures.*

Les premières observations ont été faites pour obtenir les composés nitrés du *toluol,* de la *naphtaline* et du *phénol* par des réactions à *basses températures.*

Dans les réactions sur le *toluol* et la *naphtaline* nous avons pris des températures *suffisamment élevées* pour que la réaction se *fasse spontanément* sans le secours d'*énergie étrangère.*

Nous avons introduit par très petites quantités dans un mélange de SO_4H_2 et NO_3H le toluol (C_6H_5—CH_3).

Dans la troisième série d'expériences sur le *phénol,* nous sommes descendus au-dessous de la *température limite* pour le *départ de la réaction en masse* et nous avons mélangé dès le début les corps composants dans les proportions définies à l'avance, après les avoir refroidis.

L'étincelle électrique a été employée pour provoquer la réaction limitée jusqu'à épuisement des produits.

Voici les résultats obtenus, soit aux températures ordinaires d'environ + 30° à + 35° soit aux basses températures entre —50° et —55°.

On sait que le *toluol* forme *deux* dérivés isomères lorsqu'on le soumet à l'action de l'acide nitrique, partageant du reste cette propriété avec tous les produits contenant le groupe CH_3 en chaîne secondaire.

Ces deux dérivés sont :

1° L'*orthonitrotoluène* liquide aux températures ordinaires et bouillant à +222°.

2° Le *paranitrotoluène* solide jusqu'à +51° et bouillant à la température de + 237°.

Ces deux produits sont très difficiles à séparer par rectification à cause du voisinage de leur point d'ébullition.

Un de ces deux groupes doit *sûrement* correspondre au *travail maximum de l'énergie de constitution,* un de ces dérivés doit être le résultat du « *travail par la plus grande pente chimique.* »

C'est ce dérivé certainement que nous devons accroître en faisant la réaction aux basses températures.

Plus nous opérons à basse température, plus ce produit doit l'emporter en *quantité relative* sur l'*autre.*

La loi chimique déterminant la position des groupes entrant dans le noyau, suivant la composition moléculaire déjà existante, est formelle; nous ne pouvions guère nous attendre à voir intervenir d'autres groupements atomiques mais bien une différence dans le *poids* des produits obtenus. Sur 100 parties en poids traitées, nous trouvons aux températures de + 30° à + 35°.

Orthonitrotoluol	60 %
Paranitrotoluol	40 %
Total	100 parties

Pour opérer aux basses températures, c'est goutte à goutte que nous avons laissé tomber la solution de toluol refroidie à —50° —55° dans le mélange froid de SO_4H_2 avec NO_3H.

Nous avons énergiquement remué pour répandre le liquide introduit dans la masse et après la réaction finie laquelle n'a pas pu élever la température d'une

façon très appréciable, vu la marche continue des appareils frigorifiques, nous avons procédé à la séparation fractionnée dans le vide.

Nous avons alors obtenu

Orthonitrotoluol 85 %
Paranitrotoluol 15 %

Le rapport *en poids* des deux dérivés s'est donc totalement modifié car nous avons :

A + 35° 1.5 de orthonitrotoluol par rapport au paranitrotoluol à —50° nous trouvons 5.5 pour la proportion relative des mêmes produits.

La seconde série de *synthèses* a porté sur les composés *α de la nitronaphtaline.*

Nous avons pris les méthodes qui, aux températures ordinaires, ne donnent que ce produit pur, avec seulement des traces des autres composés parallèles ; l'influence des basses températures dégagerait le sens des plus grandes affinités.

Nos prévisions n'ont point été déçues et les réactions à basses températures *ont fait apparaître des combinaisons toutes nouvelles* dans un semblable milieu.

L'opération a consisté à refroidir à — 55° un mélange d'acide sulfurique concentré et d'acide nitrique fumant. Puis on laisse tomber dans le liquide pâteux de la poudre fine de naphtaline refroidie.

En agitant fortement, la réaction s'opère et l'on empêche l'élévation de température par le fonctionnement des appareils frigorifiques qui maintiennent les enveloppes du cylindre, servant de puits à réaction, bien au-dessous de —50°, vers —90° environ.

Le *rayonnement* suffit pour enlever toute la chaleur produite.

Voici les résultats curieux et nouveaux obtenus :

Nous n'avons que :

20 % *d'α nitronaphtaline* au lieu de 100 % obtenus à haute température. Ce corps fond à + 61°.

28 % *de α dinitronaphtaline* et

40 % *de γ dinitronaphtaline* dont le point de fusion est à + 144°.

12 % *de naphtaline* non transformée.

Jusqu'à présent on n'avait obtenu la *γ dinitronaphtaline* que par l'emploi transitoire de la *dinitro-α-naphthylamine*.

Il est intéressant de l'avoir obtenue par *voie directe* et en si grande proportion.

Cette réaction donne donc à ce produit une place spéciale au point de vue des affinités mises en jeu.

La troisième série d'expériences a été faite par l'emploi de l'**énergie auxiliaire de l'étincelle électrique.**

Nous avons opéré sur le *phénol* par l'*acide nitrique*.

Afin de bien constater l'*effet des basses températures* nous avons commencé par chercher expérimentalement le point où la *réaction en masse* des deux produits a encore lieu.

Faisant d'abord la réaction à 0°, nous avons mêlé ensemble progressivement 160 grammes d'acide nitrique de 1,34 comme densité, étendu de son double poids d'eau, avec 80 grammes de phénol fondu, le ballon et ses annexes étant toujours maintenus dans la glace pilée.

On lave le liquide obtenu, et on distille par l'emploi du vide et des vapeurs d'eau. On sépare ainsi les deux produits : l'*orthonitrophénol* du *paranitrophénol.*

En opérant deux fois : la première ainsi qu'il vient d'être dit, la seconde en plongeant le ballon à —40° seulement, nous avons constaté que la réaction à —40° était assez vive pour faire remonter subitement la température à —20° dans le ballon de verre.

La *réaction en masse* se produisait encore à —40°.

Les deux essais dans ces conditions ont fourni la même quantité de *paranitrophénol* environ 6 grammes.

Après cet essai nous avons fait le suivant.

Nous avons pris 160 grammes d'acide nitrique d'une densité de 1.34 *non étendu,* refroidi à —45° —50°.

Nous avons fait une solution de phénol dans l'éther sulfurique refroidie aussi à —45° —50°.

En mélangeant ces deux solutions froides il ne se passa pas de réaction immédiatement, mais après quelques instants une véritable explosion chassa le contenu du vase jusqu'au plafond du laboratoire, la *réaction en masse* venait de se produire.

Par contre le *temps perdu* entre le mélange et l'explosion prouvait que nous étions bien près de la température limite cherchée.

Cette expérience nous amena au dernier essai suivant : Réduisant de moitié les quantités engagées, nous congelâmes 80 grammes d'acide nitrique, densité 1.34, à la température de —55° à —60° et 40 grammes de phénol fondu, répandu progressivement dans la masse sous forme aussi divisée que possible.

La température basse était rigoureusement conservée. *Aucune réaction ne se manifesta,* nous étions au-dessous de la température de réaction en masse.

Alors nous servant de l'étincelle électrique, nous avons fait traverser le mélange par le courant en ayant soin de ne jamais exagérer à la même place le passage des étincelles.

La réaction totale a lieu progressivement *sans aucune élévation de température apparente,* vu ces précautions.

Après la distillation et la séparation méthodique par rectification des deux produits, nous avons trouvé *15 grammes* de *paranitrophénol,* soit *une préparation 5 fois plus forte* si on la compare au poids des composants mis en présence aux températures normales.

Outre ce produit nous avons fait à haute et basse température le *métanitrophénol.*

En passant par le *dinitrobenzol* et le *métanitraniline* sous l'action de l'hydrogène sulfuré dans une solution ammoniacale, puis en *diazotant* le *métanitraniline,* les réactions obtenues à basse température ont donné un rendement *double* comparativement aux résultats des opérations similaires à la température ambiante.

Il résulte de tous ces faits que, par le choix convenable des basses températures, nous avons modifié d'une façon profonde toutes les réactions concernant la *nitrification* du *toluol,* de la *naphtaline* et du *phénol.*

Nous sommes occupés à compléter ces travaux de chimie synthétique pour en dégager des *lois numériques,* avec mesures des paramètres, afin de les présen-

ter sous une forme pratique et immédiatement utilisables dans les laboratoires.

Ce que nous venons de dire suffit pour nous permettre d'esquisser la première charpente encore rudimentaire d'une **méthode générale de synthèse chimique.**

VI

Les faits que nous venons d'exposer d'une façon très concise corroborent complètement l'espoir que nous avions de voir les phénomènes chimiques transformés et modifiés par l'emploi rationnel des basses températures.

Nous allons tâcher de résumer les conséquences qui découlent, tant des hypothèses émises que des vérifications déjà faites, pour asseoir les premiers jalons d'une *méthode opératoire permettant d'obtenir par voie synthétique et certaine tous les corps de la nature.*

En prenant tous les *corps simples* connus et les plaçant en présence aux très basses températures *nous savons qu'ils ne réagissent pas l'un sur l'autre.*

Il faudra commencer par faire la *table expérimentale* des températures auxquelles les réactions commencent, toutes les autres conditions restant du reste les mêmes (mélange, pression, éclairement, etc.).

Il faudra de même étudier *au-dessous* de cette tem-

pérature tous les effets chimiques dus aux *divers excitants* connus : étincelle électrique, corps chauds, réactions auxiliaires, etc., etc.

On formera ainsi la 1re *table* de *dynamique chimique :* **le chemin de plus grande pente des éléments chimiques.** On saura par cette table à *quelle température* exacte il faut porter un corps en présence d'un autre pour n'avoir qu'**une seule solution** au problème chimique.

On passera ensuite aux composés *binaires,* réunis à un *corps simple* et l'on opérera exactement de la même façon que précédemment.

Ce sera la 2e *table dynamique.*

La 3e *table dynamique* donne l'ordre des réactions des *corps binaires* en contact avec les *corps binaires* à toutes les températures, etc., etc., etc.

Lorsque le nombre de ces observations sera considérable, *les lois de ces réactions apparaîtront* avec la même netteté que celles que l'on connaît aujourd'hui. Ces lois du reste en font partie, seulement d'une façon confuse puisqu'elles procèdent du mélange de toutes les tables dynamiques.

Nous pouvons donc opérer plus tard ainsi que suit :

Nous voulons produire un corps ayant par exemple : A atomes d'hydrogène, B d'oxygène, C d'azote et D de carbone, etc.

Nous connaissons déjà par les tables le noyau le plus *ancien,* c'est-à-dire celui qui se forme à la température la plus basse, se rapprochant du corps demandé.

Pour ajouter à ce noyau de l'oxygène, du carbone

ou de l'azote, nous connaissons les réactions caractéristiques provoquant ces réactions et les *températures minima nécessaires pour ne permettre que celles-là.*

Nous utiliserons successivement toutes les tables et les lois qui les accompagnent pour grossir la molécule primitive de tous les affluents que nous voulons lui faire recevoir.

En empêchant les *réactions en masse,* en ne produisant que des réactions *limitées* et *précises* la conduite des opérations présentera le caractère de *nécessité* puisqu'il sera toujours le fidèle écho de la ligne de plus grande pente des composants.

Il est clair qu'une étude semblable embrasse des années de recherches préliminaires.

Il faut classer des milliers de phénomènes qui se succèdent degré par degré ; tous les facteurs les plus variés interviennent.

En somme, nous décrivons une méthode synthétique reposant sur la *série ascendante* des phénomènes *dus à l'affinité par ordre de date,* si le temps croît en fonction des températures.

Le chemin est *unique* et ne doit nulle part présenter l'*ambiguïté.*

Le rôle des basses températures *est double :* d'une part elles paralysent toutes les réactions, sauf celle que l'on veut produire, d'autre part en enlevant au fur et à mesure qu'elles se forment, les quantités de chaleur dues à l'*affinité* transformée en chaleur, elles empêchent la température de s'élever et de favoriser des *réactions perturbatrices* que l'on ne pourrait plus maîtriser.

On déduit de ces faits une règle qui doit diriger la construction des appareils à *réactions chimiques synthétiques*.

La puissance frigorifique de ces appareils doit être considérable et leur fonctionnement modifiable à volonté, soit comme température, soit comme effet en calories enlevées.

De plus il faut pouvoir introduire dans l'intérieur des masses refroidies, soit sous forme liquide, soit sous forme de poudre, mais en *quantités réglables* les corps servant de réactifs refroidis eux-mêmes au préalable.

Enfin les « *excitants* » doivent pouvoir opérer dans l'intérieur des « *chambres froides* » et leur action doit être aussi facilement réglables que la marche des appareils frigorifiques.

Avec une pareille disposition, l'étude synthétique des phénomènes chimiques peut entrer dans une voie parfaitement *méthodique,* bien que longue et complexe.

Lorsque dans un laboratoire aux températures ordinaires on mélange les divers réactifs ensemble, il est souvent très difficile de *prévoir* l'issue de la combinaison.

Chaque réaction élémentaire apporte avec elle *son énergie* qui n'est pas éliminée et permet à d'autres réactions plus complexes de se manifester, celles-là, elles aussi, interviennent pour établir de nouvelles relations dynamiques entre ces substances diverses en voie de formation et de ce conflit général, de cette *confusion mécanique,* sort le plus souvent un *mélange* contenant *un peu de tout* ce qui a pu se former en route! La température s'est quelquefois élevée de plus de

100°, l'*état naissant* de certains corps associés aux énergies calorifiques disponibles fait de la réaction totale *un vrai chaos;* bien habile le chimiste qui peut prévoir dans ces conditions ce qu'il trouvera dans son creuset.

Nous pensons avoir démontré par tout ce qui précède que la chimie trouvera dans l'étude parallèle des réactions et des conditions thermiques qui les sollicitent, un terrain d'une fécondité inattendue et qui permettra de diriger les recherches d'une façon tout à fait méthodique.

Avec les *basses températures* réglables à volonté on les musèle; en laissant progressivement remonter la température et en portant dans le milieu refroidi une *source d'énergie* sous forme d'*un excitant,* on permet à *chaque corps* d'opérer à son tour, par ordre de puissance.

Les combinaisons s'opèrent ainsi d'une façon rationnelle et *prévue.*

On part d'un noyau primitif pour arriver au corps cherché sans craindre des dégâts produits accidentellement par le conflit chimique.

Nous croyons que le *rôle des basses températures* pour les *synthèses chimiques* ressort clairement des hypothèses que nous avons exposées au début de ce travail et qui semblent de plus en plus se confirmer par l'étude expérimentale.

Nous allons prendre successivement la synthèse des principaux corps de la chimie organique comme application de cette méthode.

RAOUL PICTET.

Date Due			
7 '69			

Main B825.P5
Pictet, Raoul,
la critique du materialisme et du s
3108 0002355
DENISON UNIVERSITY LIBRARIES

B
825
.P5

30129